

日本国特許庁
JAPAN PATENT OFFICE

04.07.03

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日
Date of Application: 2002年11月29日

出願番号
Application Number: 特願2002-349166
[ST. 10/C]: [JP2002-349166]

REC'D 22 AUG 2003

WIPO PCT

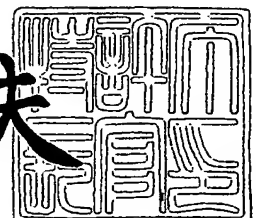
出願人
Applicant(s): 梶原 康宏
大塚化学株式会社

PRIORITY DOCUMENT
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH
RULE 17.1(a) OR (b)

2003年 8月 8日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今井康夫



【書類名】 特許願
【整理番号】 S20223
【あて先】 特許庁長官殿
【国際特許分類】 C07K 2/00

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県横浜市都筑区牛久保東 2 - 4 - 2 - 2 0 5

【氏名】 梶原 康宏

【特許出願人】

【識別番号】 502244258

【氏名又は名称】 梶原 康宏

【特許出願人】

【識別番号】 302060306

【氏名又は名称】 大塚化学株式会社

【代理人】

【識別番号】 100081536

【弁理士】

【氏名又は名称】 田村 巖

【電話番号】 06-6864-3137

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 020086

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 要約書 1

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 糖鎖アスパラギンを有する糖ペプチドの製造法及び該糖ペプチド

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 (1) 水酸基を有する樹脂（レジン）の水酸基と、脂溶性保護基でアミノ基窒素が保護されたアミノ酸のカルボキシル基をエステル化反応させ、

(2) 上記脂溶性保護基を脱離して遊離アミノ基を形成させ、

(3) この遊離アミノ基と、脂溶性保護基でアミノ基窒素が保護されたアミノ酸のカルボキシル基とアミド化反応させ、

(4) 上記脂溶性保護基を脱離して遊離アミノ基を形成させ、

(5) 上記 (3) 及び (4) の工程を 1 回以上繰り返し、

(6) 脂溶性保護基でアミノ基窒素が保護された糖鎖アスパラギンのアスパラギン部分のカルボキシル基とアミド化反応させ、

(7) 上記脂溶性保護基を脱離して遊離アミノ基を形成させ、

(8) この遊離アミノ基と、脂溶性保護基でアミノ基窒素が保護されたアミノ酸のカルボキシル基とアミド化反応させ、

(9) 上記 (7) 及び (8) の工程を 1 回以上繰り返し

(10) 上記脂溶性保護基を脱離して遊離アミノ基を形成させ、

(11) 酸で樹脂（レジン）を切断することを特徴とする少なくとも 1 以上の糖鎖アスパラギンをペプチド鎖の任意の位置に有する糖ペプチドの製造法。

【請求項 2】 (6) の、脂溶性保護基でアミノ基窒素が保護された糖鎖アスパラギンのアスパラギン部分のカルボキシル基とアミド化反応させ、(7) の、上記脂溶性保護基を脱離して遊離アミノ基を形成させる工程を、適宜追加する少なくとも 2 以上の糖鎖アスパラギンをペプチド鎖の任意の位置に有する糖ペプチドの製造法。

【請求項 3】 (6) の、脂溶性保護基でアミノ基窒素が保護された糖鎖アスパラギンのアスパラギン部分のカルボキシル基とアミド化反応させ、(7) の、上記脂溶性保護基を脱離して遊離アミノ基を形成させる工程を、最終工程で行

う少なくとも 1 以上の糖鎖アスパラギンをペプチド鎖に有する糖ペプチドの製造法。

【請求項 4】 (6) の工程に代えて、或いは (6) の工程に加えて、(1) 水酸基を有する樹脂 (レジン) の水酸基と、脂溶性保護基でアミノ基窒素が保護された糖鎖アスパラギンのアスパラギン部分のカルボキシル基をエステル化反応させる、請求項 1 記載の糖ペプチドの製造法。

【請求項 5】 請求項 1 (6) の糖鎖アスパラギンが、6 以上の糖残基を有するものである請求項 1～4 に記載の糖ペプチドの製造法。

【請求項 6】 請求項 1 (6) の糖鎖アスパラギンが、9～11 の糖残基を有するものである請求項 1～4 に記載の糖ペプチドの製造法。

【請求項 7】 請求項 1 (6) の糖鎖アスパラギンが、6 以上の糖残基を有し、2 分岐型糖鎖を結合したものである請求項 1～4 に記載の糖ペプチドの製造法。

【請求項 8】 請求項 1 (6) の糖鎖アスパラギンが、ジシアロ糖鎖アスパラギンもしくはモノシアロ糖鎖アスパラギンであって、該シアル酸のカルボキシル基が保護基により保護されたものである請求項 1～4 に記載の糖ペプチドの製造法。

【請求項 9】 請求項 1 (6) の糖鎖アスパラギンが、アシアロ糖鎖アスパラギンである請求項 1～4 に記載の糖ペプチドの製造法。

【請求項 10】 シアル酸のカルボキシル基の保護基がベンジル基である請求項 8 記載の糖ペプチドの製造法。

【請求項 11】 脂溶性保護基が 9-フルオレニルメトキシカルボニル (Fmoc) 基である請求項 1～4 記載の糖ペプチドの製造法。

【請求項 12】 糖鎖アスパラギンの一部又は全部の代わりにムチン結合型糖鎖を用いる請求項 1～11 記載の糖ペプチドの製造法。

【請求項 13】 請求項 1～12 に記載の製造法により、取得可能な少なくとも 1 以上の糖鎖アスパラギンまたはムチン結合型糖鎖をペプチド鎖の任意の位置に有する糖ペプチド。

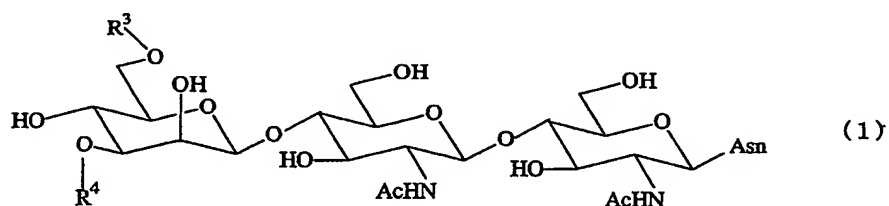
【請求項 14】 糖鎖アスパラギンまたはムチン結合型糖鎖が、6 以上の糖

残基を有し、2分岐型糖鎖を結合したものである請求項13記載の糖ペプチド。

【請求項15】 糖鎖アスパラギンとしてジシアロ糖鎖アスパラギン、モノシアロ糖鎖アスパラギン及びアシアロ糖鎖アスパラギンから選ばれる少なくとも1種以上を結合したシアリルグリコペプチド（SGP）である請求項13記載の糖ペプチド。

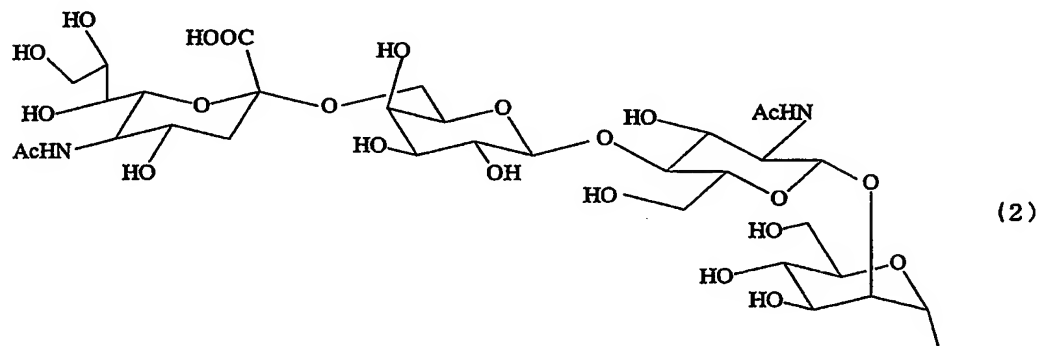
【請求項16】 糖鎖アスパラギンが式（1）で表されるものである請求項13記載の糖ペプチド。

【化1】

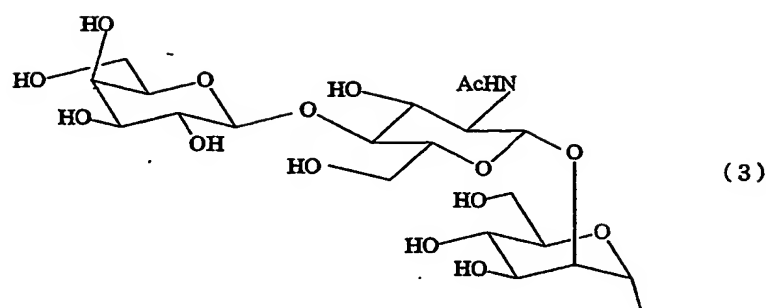


〔式中、 R^3 および R^4 は、水素原子、式（2）～（5）で示される基であり、同一でも異なってもよい。ただし、 R^3 および R^4 が共に式（2）または式（3）である場合を除く。〕

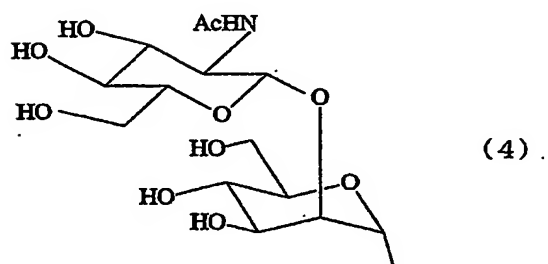
【化2】



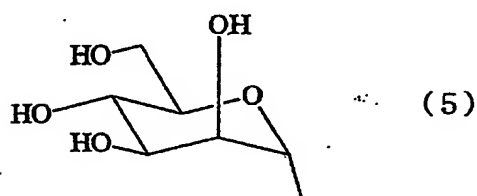
【化3】



【化4】



【化5】



【請求項17】 (1) 水酸基を有する樹脂(レジン)の水酸基と、脂溶性保護基でアミノ基窒素が保護されたアミノ酸のカルボキシル基をエステル化反応させ、

(2) 上記脂溶性保護基を脱離して遊離アミノ基を形成させ、

(3) この遊離アミノ基と、脂溶性保護基でアミノ基窒素が保護されたアミノ酸のカルボキシル基とアミド化反応させ、

(4) 上記脂溶性保護基を脱離して遊離アミノ基を形成させ、

(5) 上記(3)及び(4)の工程を1回以上繰り返し、

(6) 脂溶性保護基でアミノ基窒素が保護された糖鎖アスパラギンのアスパラギン部分のカルボキシル基とアミド化反応させ、

- (7) 上記脂溶性保護基を脱離して遊離アミノ基を形成させ、
- (8) この遊離アミノ基と、脂溶性保護基でアミノ基窒素が保護されたアミノ酸のカルボキシル基とアミド化反応させ、
- (9) 上記(7)及び(8)の工程を1回以上繰り返し
- (10) 上記脂溶性保護基を脱離して遊離アミノ基を形成させ、
- (11) 酸で樹脂(レジン)を切断し、
- (12) 得られた糖ペプチドにシアル酸転移酵素を用いてシアル酸もしくはその誘導体を転移させることを特徴とする少なくとも1以上の糖鎖アスパラギンをペプチド鎖の任意の位置に有し、且つ末端にシアル酸もしくはその誘導体残基を有する糖ペプチドの製造法。

【請求項18】 上記工程(11)の酸で樹脂(レジン)を切断する前に、標識剤を反応させる請求項17に記載の糖ペプチドの製造法。

【請求項19】 標識剤がダンシルハライドである請求項18に記載の糖ペプチドの製造法。

【請求項20】 N-アセチル-4-デオキシ-4-フルオロ-D-マンノサミン、ピルビン酸ナトリウム、牛血清アルブミン、シアル酸アルドラーゼを反応させることを特徴とする5-アセタミド-3,5,7-トリデオキシ-7-フルオロ-D-グリセロ- β -D-ラクト-2-ノヌロピラノシドニック アシッドの製造法。

【請求項21】 ベンジル 2-アジド-2,4-ジデオキシ-4-フルオロ- β -D-マンノピラノシドを、無水酢酸の存在下、水素添加して、N-アセチル-4-デオキシ-4-フルオロ-D-マンノサミンを得て、次いでこれとピルビン酸ナトリウム、牛血清アルブミン、シアル酸アルドラーゼを反応させることを特徴とする5-アセタミド-3,5,7-トリデオキシ-7-フルオロ-D-グリセロ- β -D-ラクト-2-ノヌロピラノシドニック アシッドの製造法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は糖鎖アスパラギンを有する糖ペプチドの製造法及び該製造法により取

得可能な糖ペプチドに関する。

【0002】

【従来の技術】

近年、核酸（DNA）、タンパク質に続く第三の鎖状生命分子として、糖鎖分子が注目されてきている。ヒトの体は、約60兆個の細胞から成っている一大細胞社会であり、全ての細胞表面は糖鎖分子によって覆われている。例えば、ABO式血液型は細胞表面の糖鎖の違いにより決定されている。

糖鎖は、細胞間の認識や相互作用に関わる働きをもち、細胞社会を成り立たせる要となっている。細胞社会の乱れは、癌、慢性疾患、感染症、老化などにつながる。

【0003】

例えば、細胞が癌化すると糖鎖の構造変化が起こることが分かっている。また、コレラ菌やインフルエンザウイルスなどは、ある特定の糖鎖を認識し結合することにより、細胞に侵入し感染することが知られている。

糖鎖機能の解明は、新しい原理に基づく医薬品や食品の開発などをもたらし、病気の予防、治療に貢献するなど、幅広い応用が期待されている。

糖鎖は単糖の配列、結合様式・部位、鎖の長さ・分岐様式、全体の高次構造などの多様性から、核酸やタンパク質の構造と比べると非常に複雑な構造である。従って、その構造に由来する生物学的な情報は核酸やタンパク質に比べて多種多様である。糖鎖は、研究の重要性を認識されながらも、その構造の複雑さや多様性により、核酸やタンパク質に比べて研究の推進が遅れている状況にある。

上記のように細胞膜表面や血清などに存在するタンパク質の多くは糖鎖が結合している。糖鎖がタンパク質に共有結合した分子は糖タンパク質とよばれ、糖とタンパク質との結合様式の違いから2つのグループに分けることができる。一つはアスパラギン（Asn）の側鎖のアミノ基と糖鎖が結合したアスパラギン結合型糖鎖（N-グリコシド結合型）である。もう一方はセリン（Ser）やトレオニン（Thr）のアルコールに糖鎖が結合したムチン結合型糖鎖（O-グリコシド結合型）である。すべてのアスパラギン結合型糖鎖は5つの糖残基からなる基本骨格をもち、結合する糖鎖の非還元末端の糖残基の種類によって高マンノース

型、複合型、混成型のサブグループに分類される。一方ムチン結合型糖鎖は基本骨格（コア）の違いから4グループに分類される。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】

ペプチド合成法として現在広く用いられているのは、1963年にR. B. Merrifieldによって開発された固相合成法である。固相合成法は樹脂（レジン）とよばれる固相上にアミノ酸をつなげ、ペプチド鎖を伸長していく。ペプチド鎖の伸長が終了したら、固相からペプチド鎖を切り出し、目的物を得る。この応用としてペプチド鎖伸長の際、糖鎖を結合させたアミノ酸を組み込むことで糖ペプチド鎖の合成が可能となる。

そこでAsnやSer (Thr) に糖鎖を結合させた糖鎖アミノ酸をペプチド合成に応用し、糖ペプチド鎖の合成が盛んに行なわれるようになった。しかし化学合成の技術進歩にもかかわらず大きな糖鎖を持ったペプチド鎖を化学的に合成した例は少ない。

【0005】

そのひとつめの問題点として、アスパラギン残基と結合させる糖鎖の絶対量の不足である。糖鎖を得る手段として、生体内に存在する糖タンパク質から糖鎖だけを遊離させる方法がある。しかし糖タンパク質から糖鎖を切り出す際に用いる、ヒドラジンは危険であり、大量に糖鎖を合成するのは困難である。また生体内には構造が酷似した糖鎖が多く存在し、単一の糖鎖のみを得るのは難しい。さらにヒドラジン分解により糖鎖とアスパラギン残基が解離するため、遊離させた糖鎖とアスパラギン残基を再び結合させなくてはならないので、行程数が増えてしまう。

また糖鎖を化学合成により合成する場合、10個程度の糖残基が連結した糖鎖を合成された例はあるが、その多くが、目的物である糖鎖を1年間で数ミリグラム程度しか合成できていない。このため化学合成により糖鎖を得るのは困難となっている。

【0006】

ふたつめの問題として、ペプチド固相合成の後にペプチド鎖を固相から切り出

すための TFA（トリフルオロ酢酸）処理である。例えば糖鎖の非還元末端に存在するシアル酸は酸性条件下で容易に加水分解されてしまうため、TFA 処理によってシアル酸が合成した糖ペプチドから切りはなされてしまう可能性がある。このためにシアル酸を有する糖鎖を固相合成に用いた例はほとんどない。この問題の解決法として、ペプチド合成後にシアル酸転移酵素によりシアル酸を、糖鎖に転移させる方法が報告されている。しかしこの方法はシアル酸を導入する方法としては有用であるが、糖転移酵素が高価であるため、糖ペプチドの大量合成は困難という問題も残っている。

しかしながら、以下に述べるように本発明では糖ペプチドを人工的に容易に大量に合成可能となったので、上記シアル酸転移酵素を用いてシアル酸もしくはその誘導体を導入することも工業的に可能となった。

また従来シアル酸そのものの結合した糖鎖は天然に存在するが、シアル酸の誘導体の結合した糖鎖は天然には存在しないため、シアル酸誘導体を糖鎖に導入するためにはいずれにしてもシアル酸転移酵素を用いるしか方法がなかった。

【0007】

本発明の課題は少なくとも 1 以上の糖鎖アスパラギンまたはムチン結合型糖鎖をペプチド鎖の任意の位置に有する糖ペプチドを人工的に容易に大量に合成可能な糖ペプチドの製造法を提供することにある。

また本発明の課題はシアル酸を有する糖鎖アルパラギンであっても、酸処理によってシアル酸が糖ペプチドから切断されず、容易にシアリル糖ペプチドを得る方法を提供することにある。

また本発明の課題は糖残基が任意に除去された各種の新規な糖鎖アスパラギンの少なくとも 1 以上をペプチド鎖の任意の位置に有する糖ペプチドを人工的に容易に大量に合成可能な糖ペプチドの製造法を提供することにある。

また本発明の課題は糖ペプチドにシアル酸転移酵素を用いてシアル酸もしくはその誘導体を導入することにより、シアル酸もしくはその誘導体が導入された糖ペプチドの製造法を提供することにある。

また本発明の課題は上記各種の糖ペプチドの製造法により、取得可能な糖ペプチドを提供することにある。

【0008】

【課題を解決するための手段】

本発明は（１）水酸基を有する樹脂（レジン）の水酸基と、脂溶性（f a t – s o l u b l e）保護基でアミノ基窒素が保護されたアミノ酸のカルボキシル基をエステル化反応させ、

（２）上記脂溶性保護基を脱離して遊離アミノ基を形成させ、

（３）この遊離アミノ基と、脂溶性保護基でアミノ基窒素が保護されたアミノ酸のカルボキシル基とアミド化反応させ、

（４）上記脂溶性保護基を脱離して遊離アミノ基を形成させ、

（５）上記（３）及び（４）の工程を１回以上繰り返し、

（６）脂溶性保護基でアミノ基窒素が保護された糖鎖アスパラギンのアスパラギン部分のカルボキシル基とアミド化反応させ、

（７）上記脂溶性保護基を脱離して遊離アミノ基を形成させ、

（８）この遊離アミノ基と、脂溶性保護基でアミノ基窒素が保護されたアミノ酸のカルボキシル基とアミド化反応させ、

（９）上記（７）及び（８）の工程を１回以上繰り返し

（１０）上記脂溶性保護基を脱離して遊離アミノ基を形成させ、

（１１）酸で樹脂（レジン）を切断することを特徴とする少なくとも１以上の糖鎖アスパラギンをペプチド鎖の任意の位置に有する糖ペプチドの製造法に係る。

【0009】

本発明は（６）の、脂溶性保護基でアミノ基窒素が保護された糖鎖アスパラギンのアスパラギン部分のカルボキシル基とアミド化反応させ、（７）の、上記脂溶性保護基を脱離して遊離アミノ基を形成させる工程を、適宜追加する少なくとも２以上の糖鎖アスパラギンをペプチド鎖の任意の位置に有する糖ペプチドの製造法に係る。

本発明は（６）の、脂溶性保護基でアミノ基窒素が保護された糖鎖アスパラギンのアスパラギン部分のカルボキシル基とアミド化反応させ、（７）の、上記脂溶性保護基を脱離して遊離アミノ基を形成させる工程を、最終工程で行う少なくとも１以上の糖鎖アスパラギンをペプチド鎖に有する糖ペプチドの製造法に係る

【0010】

本発明は（６）の工程に代えて、或いは（６）の工程に加えて、（１）水酸基を有する樹脂（レジン）の水酸基と、脂溶性保護基でアミノ基窒素が保護された糖鎖アスパラギンのアスパラギン部分のカルボキシル基をエステル化反応させる、糖ペプチドの製造法に係る。

本発明は（６）の糖鎖アスパラギンが、６以上の糖残基を有するものである糖ペプチドの製造法に係る。

本発明は（６）の糖鎖アスパラギンが、９～１１の糖残基を有するものである糖ペプチドの製造法に係る。

本発明は（６）の糖鎖アスパラギンが、６以上の糖残基を有し、２分岐型糖鎖を結合したものである糖ペプチドの製造法に係る。

本発明は（６）の糖鎖アスパラギンが、ジシアロ糖鎖アスパラギンもしくはモノシアロ糖鎖アスパラギンであって、該シアル酸のカルボキシル基が保護基により保護されたものである記載の糖ペプチドの製造法に係る。

本発明は（６）の糖鎖アスパラギンが、アシアロ糖鎖アスパラギンである糖ペプチドの製造法に係る。

【0011】

本発明は糖鎖アスパラギンの一部又は全部の代わりにムチン結合型糖鎖を用いる糖ペプチドの製造法に係る。

本発明は上記製造法により、取得可能な少なくとも１以上の糖鎖アスパラギンまたはムチン結合型糖鎖をペプチド鎖の任意の位置に有する糖ペプチドに係る。

本発明は糖鎖アスパラギンまたはムチン結合型糖鎖が、６以上の糖残基を有し、２分岐型糖鎖を結合したものである糖ペプチドに係る。

本発明は糖鎖アスパラギンとしてジシアロ糖鎖アスパラギン、モノシアロ糖鎖アスパラギン及びアシアロ糖鎖アスパラギンから選ばれる少なくとも１種以上を結合したシアリルグリコペプチド（SGP）である糖ペプチドに係る。

本発明は（１）水酸基を有する樹脂（レジン）の水酸基と、脂溶性保護基でアミノ基窒素が保護されたアミノ酸のカルボキシル基をエステル化反応させ、

- (2) 上記脂溶性保護基を脱離して遊離アミノ基を形成させ、
- (3) この遊離アミノ基と、脂溶性保護基でアミノ基窒素が保護されたアミノ酸のカルボキシル基とアミド化反応させ、
- (4) 上記脂溶性保護基を脱離して遊離アミノ基を形成させ、
- (5) 上記(3)及び(4)の工程を1回以上繰り返し、
- (6) 脂溶性保護基でアミノ基窒素が保護された糖鎖アスパラギンのアスパラギン部分のカルボキシル基とアミド化反応させ、
- (7) 上記脂溶性保護基を脱離して遊離アミノ基を形成させ、
- (8) この遊離アミノ基と、脂溶性保護基でアミノ基窒素が保護されたアミノ酸のカルボキシル基とアミド化反応させ、
- (9) 上記(7)及び(8)の工程を1回以上繰り返し
- (10) 上記脂溶性保護基を脱離して遊離アミノ基を形成させ、
- (11) 酸で樹脂(レジン)を切断し、
- (12) 得られた糖ペプチドにシアル酸転移酵素を用いてシアル酸もしくはその誘導体を転移させることを特徴とする少なくとも1以上の糖鎖アスパラギンをペプチド鎖の任意の位置に有し、且つ末端にシアル酸もしくはその誘導体残基を有する糖ペプチドの製造法に係る。

【0012】

本発明は上記工程(11)の酸で樹脂(レジン)を切断する前に、標識剤を反応させる糖ペプチドの製造法に係る。

本発明は標識剤がダンシルハライドである糖ペプチドの製造法に係る。

本発明はN-アセチル-4-デオキシ-4-フルオロ-D-マンノサミン、ピルビン酸ナトリウム、牛血清アルブミン、シアル酸アルドラーゼを反応させることを特徴とする5-アセタミド-3,5,7-トリデオキシ-7-フルオロ-D-グリセロ-β-D-ラクト-2-ノヌロピラノシドニック アシッドの製造法に係る。

本発明はベンジル 2-アジド-2,4-ジデオキシ-4-フルオロ-β-D-マンノピラノシドを、無水酢酸の存在下、水素添加して、N-アセチル-4-デオキシ-4-フルオロ-D-マンノサミンを得て、次いでこれとピルビン酸ナ

トリウム、牛血清アルブミン、シアル酸アルドラーゼを反応させることを特徴とする 5-アセタミド-3, 5, 7-トリデオキシ-7-フルオロ-D-グリセロール-β-D-ラクト-2-ノヌロピラノシドニック アシッドの製造法に係る。

【0013】

本発明者は、先に特願 2001-185685 号（以下、先願という）において、種々の単離された糖鎖アスパラギン誘導体を従来に比べて非常に容易かつ大量に得ることができる、糖鎖アスパラギン誘導体、糖鎖アスパラギン、糖鎖の製造方法、更には糖残基が任意に欠失した糖鎖が結合した新規な糖鎖アスパラギン誘導体、糖鎖アスパラギン、糖鎖を開発した。

【0014】

この先願の方法は例えば

(1) (a) 1 種もしくは 2 種以上の糖鎖アスパラギンを含む混合物に含まれる該糖鎖アスパラギンに脂溶性の保護基を導入して糖鎖アスパラギン誘導体混合物を得る工程、

ならびに

(b) 該糖鎖アスパラギン誘導体混合物または該糖鎖アスパラギン誘導体混合物に含まれる糖鎖アスパラギン誘導体を加水分解して得られる混合物をクロマトグラフィーに供して各糖鎖アスパラギン誘導体を分離する工程、

を含む、糖鎖アスパラギン由来の糖鎖アスパラギン誘導体の製造方法、

(2) (b') 工程 (b) で分離された糖鎖アスパラギン誘導体を糖加水分解酵素を用いて加水分解する工程をさらに含む前記 (1) 記載の糖鎖アスパラギン誘導体の製造方法、

(3) 1 種もしくは 2 種以上の糖鎖アスパラギンを含む混合物が、下記式 (A) の化合物および／または該化合物において 1 以上の糖残基が欠失した化合物を含むものである、前記 (1) または (2) 記載の糖鎖アスパラギン誘導体の製造方法、

(4) 脂溶性の保護基がフルオレニルメトキシカルボニル (Fmoc) 基である前記 (1) ～ (3) いずれか記載の糖鎖アスパラギン誘導体の製造方法、

(5) 工程 (a) が、非還元末端にシアル酸残基を有する 1 種もしくは 2 種以

上の糖鎖アスパラギンを含む混合物に含まれる該糖鎖アスパラギンにFmoc基を導入し、かつシアル酸残基にベンジル基を導入して糖鎖アスパラギン誘導体混合物を得る工程である、前記(1)～(3)いずれか記載の糖鎖アスパラギン誘導体の製造方法、

(6) (a) 1種もしくは2種以上の糖鎖アスパラギンを含む混合物に含まれる該糖鎖アスパラギンに脂溶性の保護基を導入して糖鎖アスパラギン誘導体混合物を得る工程、

(b) 該糖鎖アスパラギン誘導体混合物または該糖鎖アスパラギン誘導体混合物に含まれる糖鎖アスパラギン誘導体を加水分解して得られる混合物をクロマトグラフィーに供して各糖鎖アスパラギン誘導体を分離する工程、ならびに

(c) 工程(b)で分離された糖鎖アスパラギン誘導体の保護基を除去して糖鎖アスパラギンを得る工程、

を含む、糖鎖アスパラギンの製造方法、

(7) (b') 工程(b)で分離された糖鎖アスパラギン誘導体を糖加水分解酵素を用いて加水分解する工程、および/または

(c') 工程(c)で得られた糖鎖アスパラギンを糖加水分解酵素を用いて加水分解する工程、

をさらに含む、前記(6)記載の糖鎖アスパラギンの製造方法、

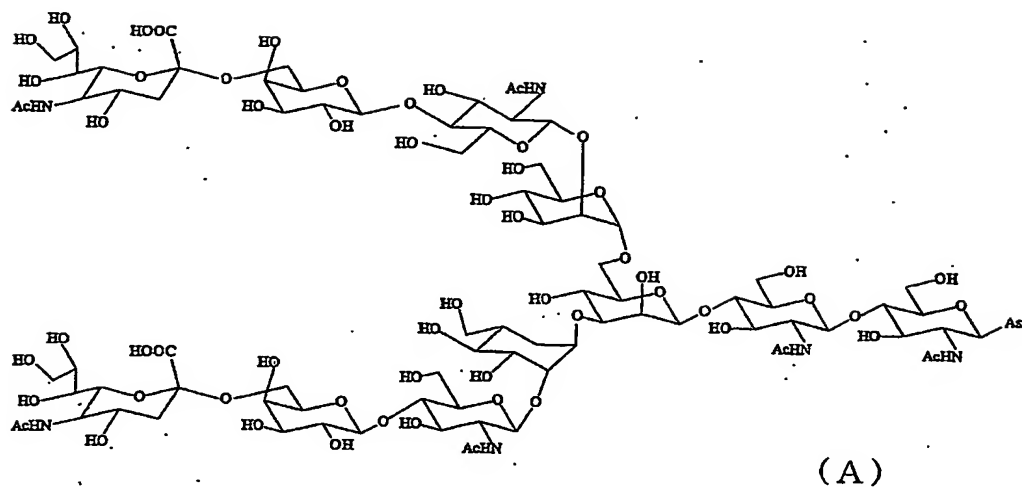
(8) 1種もしくは2種以上の糖鎖アスパラギンを含む混合物が、下記式(A)の化合物および/または該化合物において1以上の糖残基が欠失した化合物を含むものである、前記(6)または(7)記載の糖鎖アスパラギンの製造方法、

(9) 脂溶性の保護基がFmoc基である前記(6)～(8)いずれか記載の糖鎖アスパラギンの製造方法、

(10) 工程(a)が、非還元末端にシアル酸残基を有する1種もしくは2種以上の糖鎖アスパラギンを含む混合物に含まれる該糖鎖アスパラギンにFmoc基を導入し、かつシアル酸残基にベンジル基を導入して糖鎖アスパラギン誘導体混合物を得る工程である、前記(6)～(8)いずれか記載の糖鎖アスパラギンの製造方法などである。

【0015】

【化6】

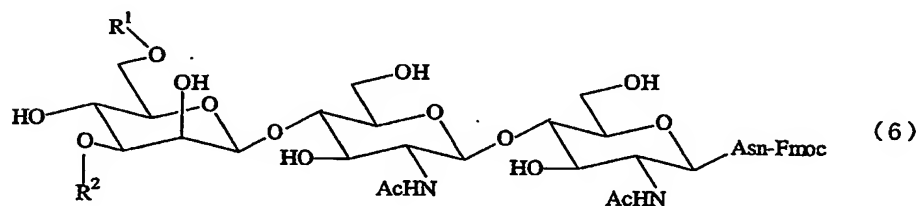


【0016】

ここで上記糖鎖アスパラギン誘導体は例えば式(6)で表される。

【0017】

【化7】

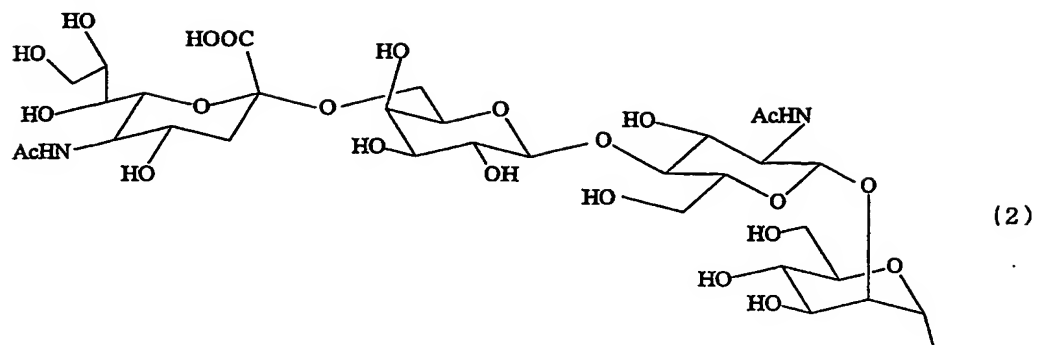


【0018】

〔式中、 R^1 および R^2 は、水素原子、式(2)～(5)で示される基であり、同一でも異なってもよい。ただし、 R^1 および R^2 が共に式(3)である場合を除く。〕

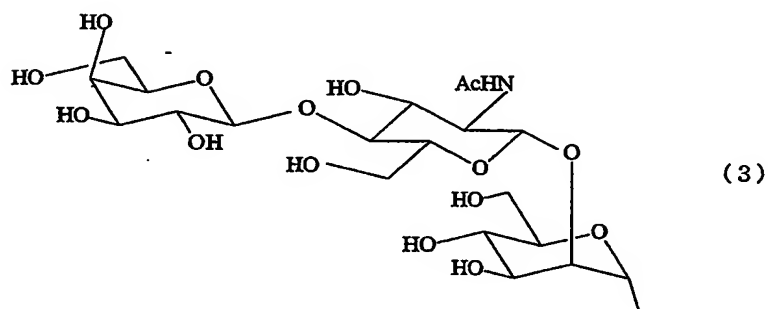
【0019】

【化 8】



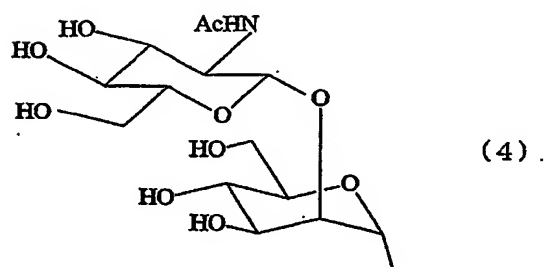
【0020】

【化 9】



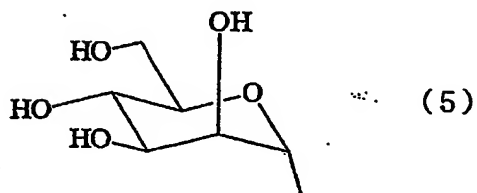
【0021】

【化 10】



【0022】

【化 11】

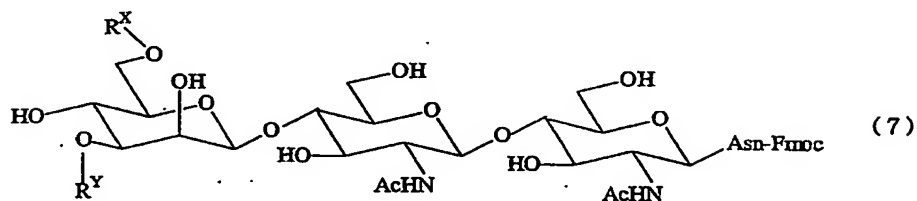


【0023】

また上記他の糖鎖アスパラギン誘導体は例えば式(7)で表される。

【0024】

【化12】

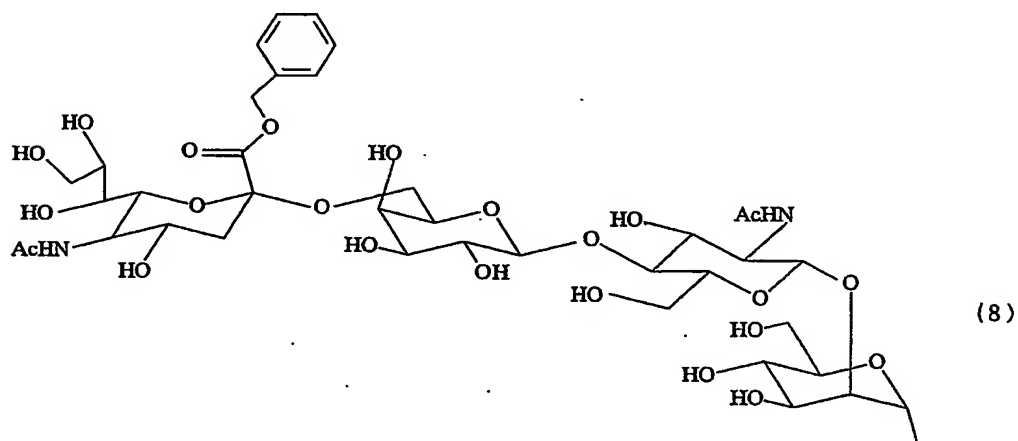


【0025】

[式中、 R^X および R^Y は、一方が式(8)で示される基であり、他方が、水素原子、式(8)、または式(2)～(5)で示される基である。]

【0026】

【化13】

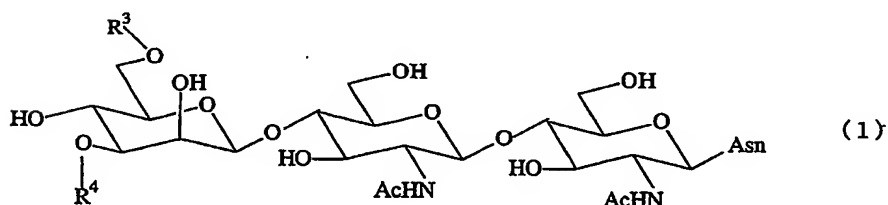


【0027】

また上記糖鎖アスパラギンは例えば式(1)で表される。

【0028】

【化14】



【0029】

〔式中、 R^3 および R^4 は、水素原子、式 (2) ~ (5) で示される基であり、同一でも異なってもよい。ただし、 R^3 および R^4 が共に式 (2) または式 (3) である場合を除く。〕

【0030】

これら糖鎖アスパラギン誘導体及び糖鎖アスパラギンの製造についての詳細は、上記先願に述べられているので、これを引用する。しかし若干先願の内容について述べると、先願の糖鎖アスパラギン誘導体の製造方法は、たとえば、天然の糖タンパク質に由来する糖鎖アスパラギン、好ましくはアスパラギン結合型糖鎖から得られる糖鎖アスパラギンの混合物に含まれる当該糖鎖アスパラギンに脂溶性の保護基を導入（結合）して糖鎖アスパラギン誘導体の混合物を得た後に当該混合物を各糖鎖アスパラギン誘導体に分離することを1つの大きな特徴とする。なお、本明細書において、「糖鎖アスパラギン」とはアスパラギンが結合した状態の糖鎖をいう。また、「アスパラギン結合型糖鎖」とはタンパク質のポリペプチド中のアスパラギン (Asn) の酸アミノ基に、還元末端に存在するN-アセチルグルコサミンがN-グリコシド結合した糖鎖群であって、Man ($\beta 1-4$) GlcNac ($\beta 1-4$) GlcNac を母核とする糖鎖群をいう。「糖鎖アスパラギン誘導体」とはアスパラギン残基に脂溶性の保護基が結合した状態の糖鎖アスパラギンをいう。また、化合物の構造式中、「AcHN」はアセトアミド基を示す。

【0031】

前記するように、天然の糖タンパク質に由来する糖鎖は非還元末端の糖残基がランダムに欠失した糖鎖の混合物である。本発明者らは、意外にも天然の糖タンパク質に由来する糖鎖、具体的には糖鎖アスパラギンの混合物に含まれる当該糖鎖アスパラギンに脂溶性の保護基を導入することで、当該保護基が導入された糖鎖アスパラギン誘導体の混合物を公知のクロマトグラフィーの手法を用いて容易に個々の糖鎖アスパラギン誘導体に分離することができることを見出した。それにより、種々の構造を有する糖鎖アスパラギン誘導体をそれぞれ大量に調製することが可能となった。たとえば、従来分離が困難であった類似構造の糖鎖アスパ

ラギン誘導体同士の分離が可能となり、それらの化合物を各々、容易かつ大量に調製することができる。また、得られた糖鎖アスパラギン誘導体を元に、たとえば、糖加水分解酵素を順次作用させて糖残基を除去することにより、さらに様々な糖鎖アスパラギン誘導体を合成することもできる。

【0032】

このように、糖鎖アスパラギンに脂溶性の保護基を導入して誘導体化することにより個々の糖鎖アスパラギン誘導体の分離が可能となったが、これは、脂溶性の保護基を導入したことにより糖鎖アスパラギン誘導体の全体の脂溶性が高まり、たとえば、好適に使用される逆相系カラムとの相互作用が格段に向上し、その結果、より鋭敏に糖鎖構造の差を反映して個々の糖鎖アスパラギン誘導体が分離されるようになったことによると考えられる。

さらに先願によれば、得られた糖鎖アスパラギン誘導体の保護基を除去することにより種々の糖鎖アスパラギンを、人工的に容易かつ大量に得ることができる。

本発明では上記先願で得られた各種の糖鎖アスパラギンを用いて、本発明の上記方法により、目的とする糖ペプチドを得るものである。

【0033】

【発明の実施の形態】

本発明の方法においては先ず、(1) 水酸基を有する樹脂(レジン)の水酸基と、脂溶性保護基でアミノ基窒素が保護されたアミノ酸のカルボキシル基をエステル化反応させる。

この場合アミノ酸のアミノ基窒素を脂溶性保護基で保護しているので、アミノ酸同士の自己縮合は防止され、レジンの水酸基とアミノ酸のカルボキシル基が反応してエステル化が起こる。

次に(2) 上記で得られたエステルの脂溶性保護基を脱離して遊離アミノ基を形成させ、

(3) この遊離アミノ基と、脂溶性保護基でアミノ基窒素が保護された任意のアミノ酸のカルボキシル基とアミド化反応させ、

(4) 上記脂溶性保護基を脱離して遊離アミノ基を形成させ、

(5) 上記(3)及び(4)の工程を1回以上繰り返すことにより、任意の数の任意のアミノ酸が連結した、末端にレジンを結合し、他端に遊離アミノ基を有するペプチドが得られる。

【0034】

(6) 次に、脂溶性保護基でアミノ基窒素が保護された糖鎖アスパラギンのアスパラギン部分のカルボキシル基と上記遊離アミノ基をアミド化反応させ、

(7) 更に上記脂溶性保護基を脱離して遊離アミノ基を形成させ、

(8) この遊離アミノ基と、脂溶性保護基でアミノ基窒素が保護された任意のアミノ酸のカルボキシル基とアミド化反応させ、

(9) 上記(7)及び(8)の工程を1回以上繰り返し、

(10) 上記脂溶性保護基を脱離して遊離アミノ基を形成させることにより、任意の数の任意のアミノ酸が連結した、末端にレジンを結合し、他端に遊離アミノ基を有し、中間に糖鎖アスパラギンを有するペプチドが得られる。

(11) そして、酸で樹脂(レジン)を切断することにより、糖鎖アスパラギンをペプチド鎖の任意の位置に有する糖ペプチドを製造することができる。

【0035】

更に、上記(6)の脂溶性保護基でアミノ基窒素が保護された糖鎖アスパラギンのアスパラギン部分のカルボキシル基と上記遊離アミノ基をアミド化反応させる工程を、適宜追加することにより少なくとも2以上の糖鎖アスパラギンをペプチド鎖の任意の位置に有する糖ペプチドを製造することができる。またこの時、異なる糖鎖アスパラギンを用いることにより2種以上の糖鎖アスパラギンをペプチド鎖の任意の位置に有する糖ペプチドを製造することもできる。

また、この糖鎖アスパラギンをペプチド鎖の端部に導入することもできる。

更には、糖鎖アスパラギンのようなアスパラギン結合型糖鎖の一部又は全部の代わりにムチン結合型糖鎖を用いることもできる。

本発明において水酸基を有する樹脂(レジン)としては、通常、固相合成で使用する水酸基を有する樹脂(レジン)であればよく、例えばWangレジン(メルク社製)、HMPA-PEGAレジン(メルク社製)等を用いることができる。

。

【0036】

アミノ酸としては全てのアミノ酸を用いることができ、例えばセリン (Ser)、アスパラギン (Asn)、バリン (Val)、ロイシン (Leu)、イソロイシン (Ile)、アラニン (Ala)、チロシン (Tyr)、グリシン (Gly)、リジン (Lys)、アルギニン (Arg)、ヒスチジン (His)、アスパラギン酸 (Asp)、グルタミン酸 (Glu)、グルタミン (Gln)、スレオニン (Thr)、システイン (Cys)、メチオニン (Met)、フェニルアラニン (Phe)、トリプトファン (Trp)、プロリン (Pro) を挙げるることができる。

【0037】

脂溶性保護基としては、例えば9-フルオレニルメトキシカルボニル (Fmoc) 基、t-ブチルオキシカルボニル (Boc) 基、ベンジル基、アリル基、アリルオキシカーボネート基、アセチル基などの、カーボネート系またはアミド系の保護基等を挙げるることができる。脂溶性保護基を導入するには、例えばFmoc基を導入する場合には9-フルオレニルメチル-N-スクシニミジルカーボネートと炭酸水素ナトリウムを加えて反応を行うことにより導入できる。反応は0～50℃、好ましくは室温で、約1～5時間程度行うのが良い。

エステル化触媒として、例えば1-メシチレンスルホニル-3-ニトロ-1,2,4-トリアゾール (MSNT)、ジシクロヘキシルカルボイミド (DCC)、ジイソプロピルカルボイミド (DIPCDI) などの脱水縮合剤を用いることができる。エステル化反応は例えば固相カラムにレジンを入れ、溶媒で洗浄し、その後アミノ酸の溶媒溶液を加えることにより行うのが好ましい。洗浄用溶媒としては、例えばジメチルホルムアミド (DMF)、2-プロパノール、塩化メチレン等を挙げるることができる。アミノ酸を溶解するの溶媒としては、例えばジメチルスルホキシド (DMSO)、DMF、塩化メチレン等を挙げるることができる。反応は0～50℃、好ましくは室温で、約1～5時間程度行うのが良い。

この時固相上の未反応のアミノ基を無水酢酸等を用いてアセチル化しキャッピングすることも好ましい。

【0038】

脂溶性保護基の脱離は、例えば塩基で処理することにより行うことができる。塩基としては、例えばピペリジン、モリホリン等を挙げることができる。その際、溶媒の存在下行うのが好ましい。溶媒としては、例えばDMSO、DMF、メタノール等を挙げることができる。

遊離アミノ基と、脂溶性保護基でアミノ基窒素が保護された任意のアミノ酸のカルボキシル基とアミド化反応させる反応は、溶媒の存在下行うのが好ましい。溶媒としては、例えばDMSO、DMF、塩化メチレン等を挙げることができる。反応は0～50℃、好ましくは室温で、約1～5時間程度行うのが良い。この際にも固相上の未反応のアミノ基を無水酢酸等を用いてアセチル化しキャッピングするのが好ましい。脂溶性保護基の脱離は、上記と同様に行うことができる。

ペプチド鎖から樹脂（レジン）を切断するには酸で処理するのが好ましい。酸としては、例えばトリフルオロ酢酸（TFA）、弗化水素（HF）等を挙げることができる。

【0039】

本発明においては上記（6）の、脂溶性保護基でアミノ基窒素が保護された糖鎖アスパラギンのアスパラギン部分のカルボキシル基とアミド化反応させ、（7）の、上記脂溶性保護基を脱離して遊離アミノ基を形成させる工程を、適宜追加することにより、少なくとも2以上の糖鎖アスパラギンをペプチド鎖の任意の位置に有する糖ペプチドを製造することができる。

また本発明においては上記（6）の、脂溶性保護基でアミノ基窒素が保護された糖鎖アスパラギンのアスパラギン部分のカルボキシル基とアミド化反応させ、（7）の、上記脂溶性保護基を脱離して遊離アミノ基を形成させる工程を、最終工程で行うことにより、少なくとも1以上の糖鎖アスパラギンをペプチド鎖に有する糖ペプチドを製造することができる。

【0040】

また本発明においては上記（6）の工程に代えて、或いは（6）の工程に加えて、（1）水酸基を有する樹脂（レジン）の水酸基と、脂溶性保護基でアミノ基窒素が保護された糖鎖アスパラギンのアスパラギン部分のカルボキシル基をエステル化反応させることにより、端部に糖鎖アスパラギンを有する糖ペプチドを製

造することができる。

本発明において用いる糖鎖アスパラギンは任意の数の糖残基を有するものを使用できるが、特に従来にない6以上の糖残基を有する糖鎖アスパラギンあるいはムチン結合型糖鎖を使用することもでき、本発明の特異な特徴を構成する。特に9～11の糖残基を有する糖鎖アスパラギンを使用することも可能である。

更には6以上の糖残基を有し、2分岐型糖鎖を結合した糖鎖アスパラギンを使用することも可能である。例えば糖鎖アスパラギンが、ジシアロ糖鎖アスパラギンもしくはモノシアロ糖鎖アスパラギンを使用することも可能である。このようなジシアロ糖鎖アスパラギンもしくはモノシアロ糖鎖アスパラギンが結合したシアリルグリコペプチド (SGP) は本発明の好ましい糖ペプチドである。

【0041】

糖鎖アスパラギンが、ジシアロ糖鎖アスパラギンもしくはモノシアロ糖鎖アスパラギンであって、該シアル酸のカルボキシル基が保護基により保護されたものを使用することも可能である。

糖鎖アスパラギンが、ジシアロ糖鎖アスパラギンもしくはモノシアロ糖鎖アスパラギンである場合、該シアル酸は酸により切断される恐れがあるので、上記のような該シアル酸のカルボキシル基が保護基により保護されたものは、該シアル酸が切断されることが防止され好ましい。この保護基としては、例えばベンジル基、アリル基、ジフェニルメチル基等を挙げることができる。

【0042】

シアル酸のカルボキシル基に保護基を導入する反応は、公知の方法、例えば Protective groups in Organic Chemistry, John Wiley & Sons INC., New York 1991, ISBN 0-471-62301-6 参照) により行うことができる。

【0043】

本発明において、シアル酸の誘導体としては、シアル酸の7位、8位或いは9位の炭素に結合している水酸基を水素原子或いはハロゲン原子で置換したものを挙げることができる。ハロゲン原子としては、フッ素、塩素、臭素等を挙げることができるが、好ましくはフッ素がよい。

本発明において、シアル酸転移酵素としては、一般に市販されているシアル酸

転移酵素を用いることができ、転移させるシアル酸或いはシアル酸の誘導体の種類、結合様式により適宜選択することができる。具体的には、R a t R e c o m b i n a n t 由来のもの、R a t L i v e r 由来のものを挙げることができる。また、シアリターゼを用いてpH調整等により平衡をずらすことにより、シアル酸或いはシアル酸の誘導体を転移させてもよい。

【0044】

本発明の糖ペプチドは医薬品開発等の分野において非常に有用である。たとえば、医薬品開発における応用例としては、たとえば、ガンのワクチン合成があげられる。細胞がガン化すると体内にはなかった糖鎖が発現することが知られている。また、当該糖鎖を化学的に合成し、ワクチンとして個体に投与すると、ガンの増殖が抑制されることも知られている。そこで、本発明により所望の糖ペプチドを製造することができれば、ガンの治療に有効なワクチンの合成を行うことが可能である。また、本発明により得られる糖ペプチドを、さらに化学的な反応および糖転移酵素による反応などを組み合わせて新たな糖残基を結合させて誘導体化し、新規なワクチンの合成を行うことも可能である。

糖ペプチドは、糖の結合していないペプチドに比べて水に対する溶解度が高くなり、また、水溶液及び血中等での安定性も高くなる。

非還元末端のシアル酸の誘導体化は糖鎖自身の分解を防ぐことができ、そのことにより糖ペプチドの安全性をより高めることができる。

さらに非還元末端のシアル酸誘導体化は非天然型糖鎖であるので、ワクチン製造にも有効な場合がある。

【0045】

【実施例】

以下に実施例を挙げて説明するが、本発明は何らこれら実施例に限定されるものではない。

【0046】

まず、以下で用いるFmoc-V al、Fmoc-L eu、Fmoc-L eu-O p f p、Fmoc-A l a、Fmoc-A l a-O p f p、Fmoc-V a l-O p f p、Fmoc-S e r (B z l)-O H、Fmoc-S e r (O t B

u) は公知の物質であり、それぞれ購入したものを用いた。ここで例えば、Leu-OpfpのOpfpとは、ロイシン (Leu) のカルボキシル基がペンタフルオロフェニル (pfp) 基により保護されたもの、Ser (Bzl) -OHとは、セリン (Ser) の水酸基がベンジル (Bzl) 基により保護されたもの、Ser (O) とは、セリン (Ser) のOH基がt-ブチル (tBu) 基により保護されたものを意味する。

【0047】

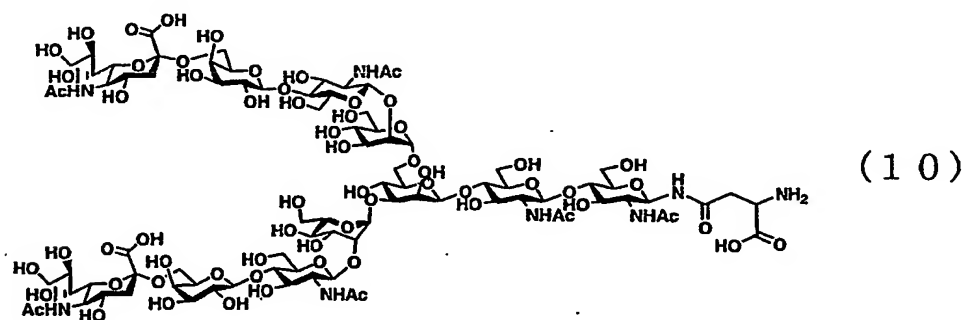
参考例1

ジシアロ糖鎖アスパラギン (10) の合成

粗精製のSGP (シアリルグリコペプチド) 500mgとアジ化ナトリウム10mg (319 μ mol) をトリス-塩酸・塩化カルシウム緩衝溶液 (TRIZMA BASE 0.05mol/l、塩化カルシウム 0.01mol/l、pH = 7.5) 25mlに溶解させた。これにアクチナーゼE (タンパク質分解酵素、科研製薬) 50mgをトリス-塩酸・塩化カルシウム緩衝溶液 5mlに溶かした溶液を加え、37℃で静置した。115時間後、この溶液を凍結乾燥した。この残留物をゲルろ過カラムクロマトグラフィーで2回精製し、目的のジシアロ糖鎖アスパラギン10を252mg得た。

【0048】

【化15】



【0049】

$^1\text{H-NMR}$ (30℃) δ 5.13 (s, 1H, Man4-H-1), 5.07 (d, 1H, $J=9.5\text{ Hz}$, GlcNAc1-H-1), 4.95 (s, 1H, Man4-H-1), 4.77 (s, 1H, Man3-H-1), 4.61 (d

, 1H, $J=7.6\text{ Hz}$, GlcNAc2-H-1), 4.60 (d, 2H, $J=7.6\text{ Hz}$, GlcNAc5, 5-H-1), 4.44 (d, 2H, $J=8.0\text{ Hz}$, Gal6, 6-H-1), 4.25 (bd, 1H, Man3-H-2), 4.20 (bdd, 1H, Man4-H-2), 4.12 (bd, 1H, Man4-H-2), 2.94 (dd, 1H, $J=4.5\text{ Hz}$, 17.2 Hz , Asn- βCH), 2.85 (dd, 1H, $J=7.0\text{ Hz}$, 17.2 Hz , Asn- βCH), 2.67, 2.66 (dd, 2H, $J=4.6\text{ Hz}$, 12.4 Hz , NeuAc7, 7-H-3_{eq}), 2.07 (s, 3H, Ac), 2.06 (s, 6H, Ac \times 2), 2.02 (s, 6H, Ac \times 2), 2.01 (s, 3H, Ac), 1.71 (dd, 2H, $J=12.4\text{ Hz}$, 12.4 Hz , NeuAc7, 7-H-3_{ax}).

【0050】

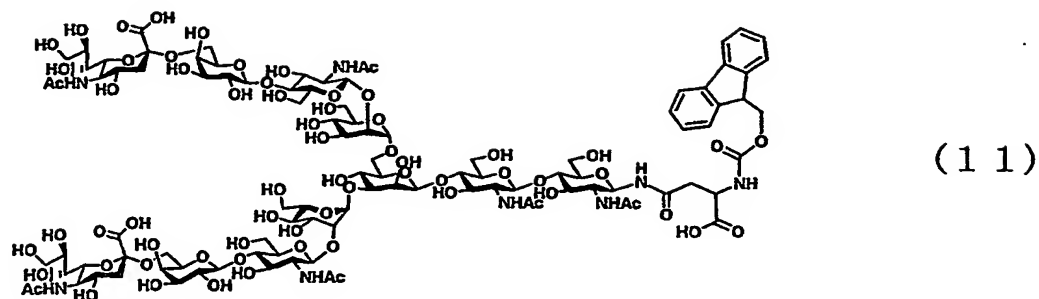
参考例2

Fmoc基でアスパラギンのアミノ基窒素を保護したジシアロ糖鎖アスパラギン(11)の合成

参考例1で得られたジシアロ糖鎖アスパラギン(10) 80mg (0.034 mmol)を蒸留水 2.7mlとアセトン 4.1ml混合溶液に溶解させ、これに9-フルオレニルメチル-N-スクシニミジルカーボネート(Fmoc-OSn) 34.7mg (0.103 mmol)と炭酸水素ナトリウム 11.5mg (0.137 mmol)を加え、室温で2時間攪拌した。TLCで反応終了を確認後この溶液を減圧濃縮し、アセトンを除去した。残渣をオクタデシルシリル基を結合したシリカゲルを充填したカラム(ODSカラム)にかけ精製し、目的のFmoc-ジシアロ糖鎖アスパラギン(11) 60.1mg 収率68%を得た。

【0051】

【化 16】



【0052】

 $^1\text{H-NMR}$ (30℃)

8.01 (2H, d, $J=7.5\text{ Hz}$, Fmoc), 7.80 (2H, d, $J=7.5\text{ Hz}$, Fmoc), 7.60 (2H, dd, $J=7.5\text{ Hz}$, Fmoc), 7.53 (2H, dd, $J=7.5\text{ Hz}$, Fmoc), 5.23 (1H, s, Man4-H₁), 5.09 (1H, d, $J=9.4\text{ Hz}$, GlcNAc1-H₁), 5.04 (1H, s, Man4'-H₁), 4.86 (1H, s, Man3-H₁), 4.70~4.66 (m, GlcNAc2-H₁ GlcNAc5, 5'-H₁), 4.54 (2H, d, $J=7.9\text{ Hz}$, Gal6, 6'-H₁), 4.44 (1H, d, FmocCH), 4.34 (1H, bd, Man3-H₂), 4.29, (1H, bd, Man4'-H₂), 4.20 (1H, bd, Man4-H₂), 2.77 (2H, dd, NeuAc7, 7'-H_{3eq}), 2.80 (1H, bdd, Asn-βCH), 2.62 (1H, bdd, Asn-βCH), 2.14 (18H, s×6, -Ac), 1.80 (2H, dd, NeuAc7, 7'-H_{3ax})

【0053】

参考例3

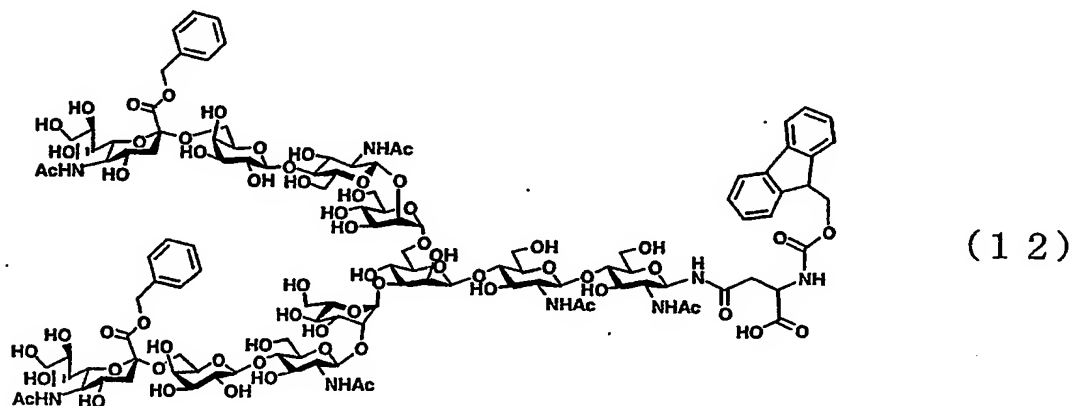
Fmoc基でアスパラギンのアミノ基窒素が保護され、且つシアル酸のカルボキシル基がベンジル基で保護されたジシアロ糖鎖アスパラギン(12)の合成

4℃に冷やしたDowex-50W×8(H⁺)のカラム(φ0.5cm×5cm)に、Fmoc-アスパラギン結合型二分岐糖鎖(20mg)の冷水溶液を流し、溶出した水溶液を凍結乾燥した。

得られたFmoc-アスパラギン結合型二分岐糖鎖を4℃の冷水に溶かし、これにCs₂CO₃水溶液(2.5mg/1ml)を加え水溶液のpHが5~6になるよう調整し、その後、糖鎖水溶液を凍結乾燥した。凍結乾燥後のFmoc-ジシアロ糖鎖試料を乾燥DMF(1.3ml)に溶かし、ベンジルプロミド(5.1μl)を加えてアルゴン気流下室温で45時間攪拌した。TLCで反応終了を確認後、反応溶液を0℃に冷やしジエチルエーテル10mlを加え目的物を析出させた。これをろ紙でろ過した。残った目的物に蒸留水を加えろ液として溶出させ、続いてこれを減圧濃縮した。得られた残渣をODSカラムにかけ精製し目的のジベンジルFmoc-ジシアロ糖鎖アスパラギン(12)18.2mg(収率85%)を得た。

【0054】

【化17】



【0055】

¹H-NMR (30℃),

7.90 (d, 2H, Fmoc), 7.70 (d, 2H, Fmoc), 7.53–7.40 (m, 9H, Bn, Fmoc), 5.36 (d, 2H, J=11.6, Hz, CH₂), 5.30 (d, 2H, J=11.6 Hz, CH₂), 5.12 (s, 1H, Man4-H₁), 4.99 (d, 1H, J=9.7 Hz, GlcNAc1-H₁), 4.93 (s, 1H, Man4'-H₁), 4.75 (s, 1H, Man3-H₁), 4.57 (m, 3H, GlcNAc2-H₁, GlcNAc5, 5'-H₁), 4.32 (d, 2H, Gal6, 6'-H₁), 4.24 (d

, 1H, Man3-H₂), 4.18 (d, 1H, Man4'-H₂), 4.10 (1H, d, Man4-H₂), 2.72 (bd, 1H, Asn-βCH), 2.67 (dd, 2H, NeuAc7, 7'-H_{3eq}), 2.51 (bdd, 1H, Asn-βCH), 2.06 (s, 3H, Ac), 2.03, 2.01 (each s, each 6H, Ac×2), 1.89 (s, 3H, Ac), 1.83 (2H, dd, J=12.2, 12.2Hz, NeuAc7, 7'-H_{3ax})

HRMS Calcd for C₁₁₇H₁₆₅N₈Na₂O₆₆ [M+N_a⁺] 2783.9597, found 2783.9501

【0056】

参考例4

特願2001-185685号に準じてモノシアロ糖鎖アスパラギンを得た。

【0057】

参考例5

HOOC-Val-Leu-Leu-Ala-NH₂ (13) の合成

I 樹脂 (レジン) への導入

固相合成用カラムにWangレジン 1.6 gを入れ、メチレンクロライド、次いでメタノールで十分に洗浄し乾燥させた。Fmoc-Val 409.2 mg (1.2 mmol)、1-ヒドロキシベンゾトリアゾール水和物 (HOBt · H₂O) 121.5 mg (0.9 mmol) をN,N-ジメチルアセトアミド (DMA) 4.5 mlに溶解させ、ジシクロヘキシルカルボジイミド (DCC) 247.5 mg (1.2 mmol) を加え、0℃で15分攪拌してアミノ酸溶液を得る。樹脂をDMFで膨潤させる。上記アミノ酸溶液を固相合成用カラムに入れ室温で17時間攪拌した。攪拌後、樹脂をメチレンクロライド、イソプロパノール、メタノールの順で洗浄し、乾燥させた。

乾燥させた樹脂をカラム内でDMFで膨潤させた後、20%ピペリジン/DMF溶液約10 mlを加え、室温で15分間攪拌してFmoc基を脱保護してレジン-Val-NH₂を得た。次いでDMFで洗浄し、乾燥させた。

【0058】

II ペプチド鎖の伸長

乾燥させた樹脂（レジニン-V a l -NH₂）をカラム内でDMFで膨潤させた後、Fm o c -L e u 318.6mg（0.9mmol）、HOBt・H₂O 121.5mg（0.9mmol）を加え樹脂が浸るくらいにDMFを加えた。ジイソプロピルカルボジイミド（DIPCDI）138.5μl（0.9mmol）を加え、室温で2時間攪拌した。攪拌後、DMFで洗浄し、乾燥させた。

乾燥させた樹脂をカラム内でDMFで膨潤させた後、20%ピペリジン/DMF溶液約10mlを加え、室温で15分間攪拌してFm o c基を脱保護してレジニン-V a l -L e u -NH₂を得た。次いでDMFで洗浄し、乾燥させた。

乾燥させた樹脂をカラム内でDMFで膨潤させた後、Fm o c -L e u 318.6mg（0.9mmol）、HOBt・H₂O 121.5mg（0.9mmol）を加え樹脂が浸るくらいにDMFを加えた。DIPCDI 138.5μl（0.9mmol）を加え、室温で2時間攪拌した。攪拌後、DMFで洗浄し、乾燥させた。

乾燥させた樹脂をカラム内でDMFで膨潤させた後、20%ピペリジン/DMF溶液約10mlを加え、室温で15分間攪拌してFm o c基を脱保護してレジニン-V a l -L e u -L e u -NH₂を得た。次いでDMFで洗浄し、乾燥させた。

乾燥させた樹脂をカラム内でDMFで膨潤させた後、Fm o c -A l a 293.4mg（0.9mmol）、HOBt・H₂O 121.5mg（0.9mmol）を加え樹脂が浸るくらいにDMFを加えた。DIPCDI 138.5μl（0.9mmol）を加え、室温で2時間攪拌した。攪拌後、DMFで洗浄し、乾燥させた。

乾燥させた樹脂をカラム内でDMFで膨潤させた後、20%ピペリジン/DMF溶液約10mlを加え、室温で15分間攪拌してFm o c基を脱保護してレジニン-V a l -L e u -L e u -A l a -NH₂を得た。次いでDMFで洗浄し、乾燥させた。

【0059】

III 固相からの切り出し

HOOC-V a l -L e u -L e u -A l a -NH₂の合成

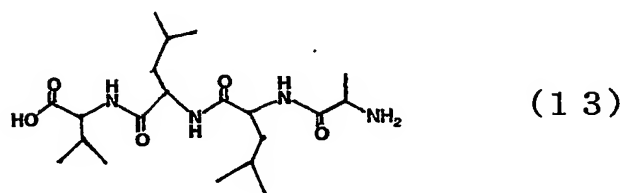
乾燥させた樹脂にTFA 5%水溶液を加え、室温で3時間攪拌した。攪拌後、溶液をナスフラスコに移し取り氷中でジエチルエーテルを加え、目的物を沈殿させ、これをろ過した。

$^1\text{H-NMR}$ (30℃)

8.56 (1H, d, $J=6.5\text{ Hz}$, Leu-2NH), 8.42 (1H, d, $J=7.4\text{ Hz}$, Leu-1NH), 8.25 (1H, d, $J=8.3\text{ Hz}$, Val NH), 4.34 (1H, d, $J=6.7\text{ Hz}$, Val- α), 4.16 (1H, d, $J=7.1\text{ Hz}$, Ala- α), 2.27 (1H, ddd, Val- β), 1.69~1.58 (m, 11H, Leu-1, Leu-2), 1.59 (3H, d, $J=7.2\text{ Hz}$, Ala- β), 1.01~0.96 (m, 25H, Leu-1, Leu-2, Val)

【0060】

【化18】



【0061】

実施例1

参考例4の固相から切り出す前の乾燥したレジン-Va1-Leu-Leu-Ala-NH₂からなる樹脂 17mgをエッペンチューブに取った。参考例3で得られたジベンジルFmoc-ジシアロ糖鎖アスパラギン(12) 35mg (14.8 μmol)とO-(7-アザベンゾトリアゾール-1-yl)-1,1,3,3-テトラメチルウロニウムヘキサフルオロホスホネート(HATU) 0.64mg (2.7 μmol)を加え、DMFを150 μl 加えた。ジイソプロピルエチルアミン(DIPEA) 0.31 μl を加え、室温で24時間攪拌した。攪拌後、DMFで洗浄し乾燥させた。

乾燥させた樹脂をエッペンチューブ内で膨潤させた後、20%ピペリジン/D

MF 溶液約 1 ml を加え、室温で 15 分間攪拌し攪拌して Fmoc 基を脱保護してレジン-V al-L eu-L eu-A la-A sn (o l i g o)-NH₂を得た。次いで DMF で洗浄し、乾燥させた。ここで A sn (o l i g o) とは参考例 3 で得られたジベンジル Fmoc-ジシアロ糖鎖アスパラギン (12) から Fmoc 基の脱離したジベンジルージシアロ糖鎖アスパラギンである。

【0062】

(固相からの切り出し)

HOOC-V al-L eu-L eu-A la-A sn (o l i g o)-NH₂の合成

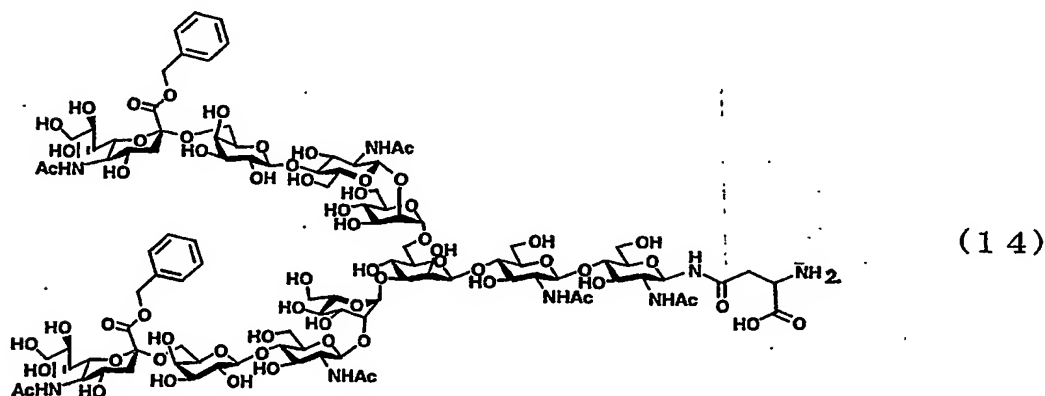
乾燥させた上記樹脂にトリフルオロ酢酸 (TFA) 95% 水溶液を加え、室温で 3 時間攪拌した。攪拌後、溶液をエッペンチューブに移し取り氷中でジエチルエーテルを加え、目的物を沈殿させた。沈殿物を 0.1% TFA 水溶液に溶かし、逆相カラムクロマトグラフィーで精製した。(YMC-Pack ODS-A 250×3.0 mm 流速 0.45 ml/min 展開溶媒 A: 0.1% TFA 水溶液 B: 0.1% TFA アセトニトリル: 水=90:10 を用いた。

グラジエント A のみ 10 分 A 100%→B 100% 30 分),

上記 A sn (o l i g o) の構造を下記に示す。

【0063】

【化 19】



【0064】

¹H-NMR (30℃)

7.59~7.55 (m, 10H, Bn), 5.45 (4H, dd, Bn-CH

2×2), 5.23 (1H, s, Man4-H₁), 5.15 (1H, d, GlcNAc1-H₁), 5.03 (1H, s, Man4'-H₁), 4.87 (1H, s, Man3-H₁), 4.67 (3H, d, GlcNAc2-H₁, GlcNAc5, 5'-H₁), 4.42 (2H, d, Gal6, 6'-H₁), 4.34 (1H, d, Man3-H₂), 4.28 (1H, d, Man4'-H₂), 4.20 (1H, d, Man4-H₂), 2.82 (2H, dd, J=6.68 Hz, NeuAc7, 7'-H_{3eq}), 2.65 (1H, dd, J=16.69 Hz, 6.83 Hz, Asn-βCH), 2.13 (18H, s×6, -Ac), 1.94 (2H, dd, J=12.24 Hz, NeuAc7, 7'-H_{3ax}), 1.41~1.26 (m, 25H, Leu-1, Leu-2, Val)

【0065】

実施例2

HOOC-Ser-Ser-Asn (oligo)-NH₂の合成

I 樹脂(レジン)への導入

固相合成用カラムにPEG Aレジン50mgを入れ、メチレンクロライド、次いでメタノールで十分に洗浄し乾燥させた。

Fmoc-Ser(Bzl)-OH 80mg (180 μmol)、HOBt · H₂O 19mg (135 μmol)をDMF 10mlに溶解させ、DCC 37mg (180 μmol)を加え、0℃で15分攪拌してアミノ酸溶液を得る。樹脂をDMFで膨潤させる。上記アミノ酸溶液を固相合成用カラムに入れ室温で17時間攪拌した。攪拌後、樹脂をメチレンクロライド、イソプロパノール、メタノールの順で洗浄し、乾燥させた。

乾燥させた樹脂をカラム内でDMFで膨潤させた後、20%ピペリジン/DMF溶液約2.0mlを加え、室温で15分間攪拌してFmoc基を脱保護してレジン-Ser-NH₂を得た。次いでイソプロパノールとDMFで洗浄し、乾燥させた。

【0066】

II ペプチド鎖の伸長

乾燥させた樹脂をカラム内でDMFで膨潤させた後、Fmoc-Ser(Bz

1) $-OH$ 40.0 mg ($89.8 \mu\text{mol}$)、 $HOBt \cdot H_2O$ 12 mg ($89.8 \mu\text{mol}$) を加え DMF 2.0 ml 加えた。DIPCDI 14 μl ($89.8 \mu\text{mol}$) を加え、室温で2時間攪拌した。攪拌後、DMFで洗浄し、乾燥させた。

乾燥させた樹脂をカラム内でDMFで膨潤させた後、20%ピペリジン/DMF溶液約2.0 mlを加え、室温で15分間攪拌してFmoc基を脱保護してレジン-Ser-Ser-NH₂を得た。次いでイソプロパノールとDMFで洗浄し、乾燥させた。

乾燥させた樹脂をカラム内でジメチルスルホキシド (DMSO) で膨潤させた後、参考例3で得られたジベンジル-Fmoc-ジシアロ糖鎖アスパラギン (12) 13.5 mg ($5.7 \mu\text{mol}$) をDMFに溶かしカラムに移し入れた。これにHATU 1.6 mg ($6.8 \mu\text{mol}$) とDIPEA 0.83 μl を加え、室温で24時間攪拌した。攪拌後、イソプロパノールとDMFで洗浄し乾燥させた。

乾燥させた樹脂をエッペンチューブ内で膨潤させた後、20%ピペリジン/DMF溶液約1 mlを加え、室温で15分間攪拌し、Fmoc基を脱保護してレジン-Ser-Ser-Asn(oligo)-NH₂を得た。次いでDMFで洗浄し、乾燥させた。ここでAsn(oligo)は実施例1のものと同一ものである。

【0067】

III 固相からの切り出し

乾燥させた樹脂にTFA 95%水溶液を加え、室温で3時間攪拌した。反応溶液を、逆相カラムクロマトグラフィーで精製した。(YMC-Pack ODS-A 250×3.0 mm 流速0.35 ml/min 展開溶媒 A:0.1% TFA水溶液 B:0.1% TFA アセトニトリル:水=90:10を用いた。グラジエントA 100%→B 100% 120分)

¹H-NMR (30℃)

7.60~7.45 (m, 20H, Bn), 5.35 (4H, dd, $J=11.8$ Hz, Bn-CH₂-), 5.21 (1H, s, Man4-H₁), 5.13 (1

H, d, $J=9.2\text{ Hz}$, GlcNAc1-H₁), 5.03 (1H, s, Man 4'-H₁), 4.34 (1H, d, Man3-H₂), 4.28 (1H, d, Man 4'-H₂), 4.20 (1H, d, Man4-H₂), 2.82 (2H, d d, $J=6.68\text{ Hz}$, NeuAc7, 7'-H_{3eq}), 2.13 (18H, s $\times 6$, -Ac), 1.93 (2H, d d, $J=12.24\text{ Hz}$, NeuAc7, 7'-H_{3ax})

【0068】

実施例 3

HOOC-Ser-Ser-Asn (disialooligo) -Val-Leu-Leu-Ala-NH₂ の合成

上記目的糖ペプチドにおけるAsn (disialooligo) とは、ベンジル基で保護されていないシアル酸を有するジシアロオリゴアスパラギンを意味する。

固相合成用カラムにHMPA-PEGAREJIN 50mgを入れ、CH₂Cl₂, DMFで十分に洗浄し乾燥させた。

Fmoc-Ser (OtBu) -OH、1-メシチレンスルホニル-3-ニトロ-1,2,4-トリアゾール (MSNT), N-メチルイミダゾールをCH₂Cl₂に溶解させ5分間攪拌した後、樹脂の入った固相合成用カラムに入れ室温で3時間攪拌した。攪拌後、樹脂をメチレンクロライド、イソプロパノール、DMFで洗浄し乾燥させた。その後、20分間20%無水酢酸DMF溶液を用いて固相上の未反応のアミノ基をアセチル化しキャッピングした。DMFで樹脂を洗浄後、20%ピペリジン/DMF溶液を用いて20分攪拌することによりFmoc基を脱保護しレジン-Ser-NH₂を得た。DMFで洗浄後、乾燥させた。

【0069】

次に、Fmoc-Ser (OtBu) -OHを用いHOBt · H₂OとDIPCDIによって縮合させた。

次に、参考例3で得られたジベンジルFmoc-ジシアロ糖鎖アスパラギン (12) をDMSO、DMF 1対1の混合溶媒に溶かし、HATUとDIPEAを用いて室温24時間攪拌させて縮合させた。DMFで洗浄後10%無水酢酸/2

ープロパノール：メタノールで20分間攪拌しキャッピングした。樹脂を2-ブ
ロパノール、DMFで洗浄後、20%ピペリジン/DMFで20分間攪拌しFm
oc基を脱保護しDMFで樹脂を洗浄した。

この樹脂に、バリン (Val)、ロイシン (Leu)、ロイシン (Leu)、
アラニン (Ala) を同様に縮合およびFmoc基の脱保護を行って、レジン-
Ser-Ser-Asn (ジベンジルdisialooligo)-Val-Leu-Leu-Ala-NH₂を得た。ここでAsn (ジベンジルdisialooligo) とは、ベンジル基で保護されたシアル酸を有するジシアロオリゴ
アスパラギンを意味する。

バリン (Val)、ロイシン (Leu)、アラニン (Ala) のアミノ酸はカル
ボキシル基をpfpエステル化したFmoc-AA-Opfp (AA=アミノ
酸) を用い、3,4-ジヒドロ-4-オキソ-1,2,3-ベンゾトリアジン-3-
-yl (Dhbt) によって縮合させた。すべての縮合はDMF溶液中で行った
。

縮合が終了した樹脂をよく乾燥した後、95%TFA水溶液を加え、室温で3
時間攪拌してレジンを切断した。レジンをろ過して除き、反応溶液を室温で減圧
濃縮した後、水に溶かし凍結乾燥した。凍結乾燥品をpH11の水酸化ナトリウ
ム水溶液に溶かし、ベンジルエステルを加水分解してベンジルを脱離した後、酢
酸で中和しそのまま凍結乾燥した。凍結乾燥品をHPLCで精製することで目的
とするHOOC-Ser-Ser-Asn (disialooligo)-Val-Leu-Leu-Ala-NH₂を得た。

(YMC-Pack ODS-A 250×3.0mm 展開溶媒 A:0.
1%TFA水溶液 B:0.1%TFA アセトニトリル:水=90:10 グ
ラジエントA 100% 0.35ml/min→B 100% 0.40ml/
min 90分 流速0.35ml/minから0.40ml/min)

【0070】

¹H-NMR (30℃)

δ 5.22 (s, 1H, Man4-H1), 5.11 (d, 1H, GlcNAc
1-H1), 5.04 (s, 1H, Man4'-H1), 4.86 (1H, Asn

α), 4.70 (bd, 3H, GlcNAc 2, 5, 5' -H1), 4.62-4.57 (m, 2H, Ser $\alpha \times 2$), 4.53 (d, 2H, Gal 6, 6' -H1), 4.52-4.48 (m, 2H, Leu $\alpha \times 2$), 4.34 (bs, 1H, Man 3-H2), 4.28 (bs, 1H, Man 4-H2), 4.21-4.15 (m, 3H, Man 4' -H2, Val α , Ala α), 2.98 (dd, 1H, Asn β), 2.86 (dd, 1H, Asn β), 2.75 (bdd, 2H, NeuAc 7, 7' -H3eq), 2.16-2.10 (Ac $\times 6$, Val β), 1.82 (dd, 2H, NeuAc 7, 7' -H3ax), 1.76-1.68 (bd, 6H, Leu β CH₂ $\times 2$, Leu γ CH $\times 2$), 1.60 (d, 3H, Ala β CH₃), 1.03-0.97 (m, 18H, Leu-CH₃ $\times 4$, Val-CH₃ $\times 2$)

【0071】

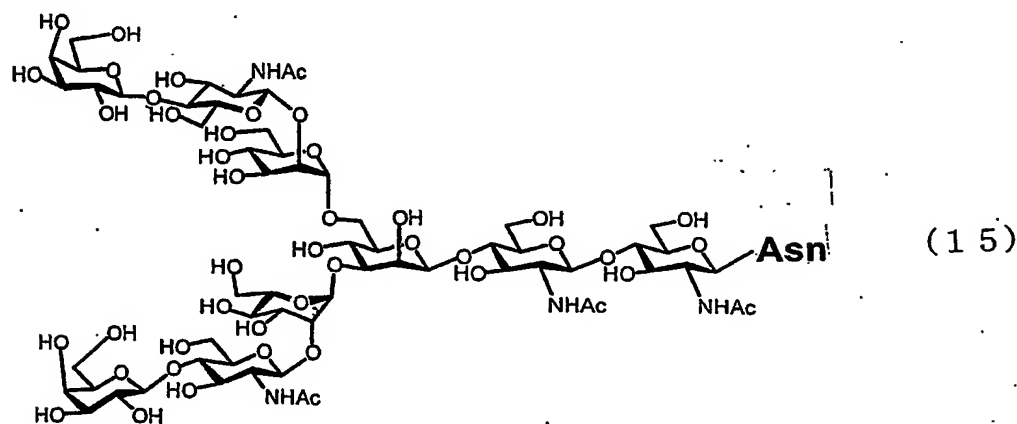
実施例4

HOOC-Ser-Ser-Asn (disialooligo) -Val-Leu-Leu-Ala-Asn (asialooligo) -Val-Leu-Leu-Ala-NH₂の合成

上記目的糖ペプチドにおけるAsn (asialooligo) とは、下記で示される糖鎖アスパラギンである。

【0072】

【化20】



【0073】

実施例3の固相から切り出す前のレジニン-Ser-Ser-Asn (ジベンジルdisialooligo)-Val-Leu-Leu-Ala-NH₂に、更にAsn (asialooligo)、バリン (Val)、ロイシン (Leu)、ロイシン (Leu)、アラニン (Ala) を用いて縮合させ、次いで実施例3と同様にペプチド鎖を固相から切り出し、次いでベンジル基を脱離してHOOC-Ser-Ser-Asn (disialooligo)-Val-Leu-Leu-Ala-Asn (asialooligo)-Val-Leu-Leu-Ala-NH₂からなる糖ペプチドを得た。

バリン (Val)、ロイシン (Leu)、アラニン (Ala) のアミノ酸はカルボキシル基をpfpエステル化したFmoc-AA-Opfp (AA=アミノ酸) を用い、3,4-ジヒドロ-4-オキソ-1,2,3-ベンゾトリアジン-3-yl (Dhbt) によって縮合させた。すべての縮合はDMF溶液中で行った。そして20%ピペリジン/DMF溶液を加え室温20分攪拌しFmoc基を脱保護した。

糖鎖アスパラギンの次にくるアミノ酸 (Val) を導入後は20%無水酢酸/DMF溶液でキャッピングした後にFmoc基の脱保護を行った。樹脂をイソプロパノールとDMF洗浄し、乾燥した。Fmoc-アシアロ糖鎖アスパラギンの縮合は、実施例3のジベンジルFmoc-ジシアロ糖アスパラギンの縮合と同様に行った。

【0074】

得られたHOOC-Ser-Ser-Asn (disialooligo)-Val-Leu-Leu-Ala-Asn (asialooligo)-Val-Leu-Leu-Ala-NH₂からなる糖ペプチドの¹H-NMR (30℃) を以下に示す。

δ 5.22, 5.21 (each s, each 1H, Man4-H1, ManD-H1), 5.11 (d, 2H, GlcNAc1-H1, GlcNAcA-H1), 5.03, 5.01 (each s, each 1H, Man4'-H1, ManD'-H1), 4.86 (2H, Asnα), 4.69-4.66 (GlcNAc2, B, 5, 5', E, E'-H1), 4.61-4.48 (Leuα

$\times 4$, Ser $\alpha \times 2$, Gal 6, 6', F, F' -H1), 4.33 (bs, 2H, Man 3, C-H2), 4.28 (bs, 2H, Man 4, D-H2), 4.20 (bs, 2H, Man 4', D' -H2), 4.20-4.17 (Val $\alpha \times 2$, Ala $\alpha \times 2$), 3.00 (dd, 2H, Asn $\beta \times 2$), 2.83 (dd, 2H, Asn $\beta \times 2$), 2.76 (dd, 2H, NeuAc 7, 7' -H3eq), 1.82 (dd, 2H, NeuAc 7, 7' -H3ax), 2.16-2.10 (Ac $\times 10$, Val β), 1.70-1.60 (m, Leu β , γ), 1.60, 1.49 (each d, each 3H, Ala β), 1.02-0.96 (m, 36H, Val-CH₃ $\times 4$, Leu-CH₃ $\times 8$)

【0075】

参考例6

上記Asn (asialooligo) で示される糖鎖アスパラギンは、特願2001-185685号の実施例に準じて合成した。そのNMRデータを下記に示す。

¹H-NMR (30℃)

δ 5.12 (s, 1H, Man 4-H-1), 5.07 (d, 1H, J=9.7Hz, GlcNAc 1-H-1), 4.92 (s, 1H, Man 4' -H-1), 4.76 (s, 1H, Man 3-H-1), 4.62 (d, 1H, J=8.0Hz, GlcNAc 2-H-1), 4.58 (d, 2H, J=7.8Hz, GlcNAc 5, 5' -H-1), 4.47 (d, 2H, J=7.9Hz, Gal 6, 6' -H-1), 4.24 (bd, 1H, Man 3-H-2), 4.19 (bdd, 1H, J=3.2Hz, 1.4Hz, Man 4' -H-2), 4.12 (bdd, 1H, J=3.2Hz, 1.4Hz, Man 4-H-2), 2.93 (dd, 1H, J=4.5Hz, 17.0Hz, Asn- β CH), 2.93 (dd, 1H, J=6.8Hz, 17.0Hz, Asn- β CH), 2.08 (s, 3H, Ac), 2.05 (s, 6H, Ac $\times 2$), 2.01 (s, 3H, Ac)

【0076】

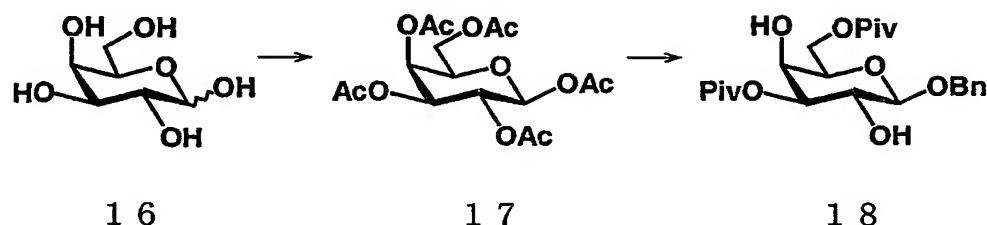
参考例7

(ベンジル 3,6-ジ- α -ピバロイル- β -D-ガラクトピラノシド B

enzyl 3,6-di-O-pivaloyl- β -D-galactopyranoside 18の合成)

【0077】

【化21】



【0078】

(1) 化合物 17 の合成

無水酢酸 (60 ml) に酢酸ナトリウム (5 g, 69 mmol) を溶かし、加熱した後に D-ガラクトース (16) (10 g, 55 mmol) を少しずつ加える。2 時間加熱還流した後 TLC (トルエン：酢酸エチル=5：1) にて反応が終了したことを確認した。反応溶液を室温に戻した後に、氷水 300 cc に注ぐ。ろ過して沈殿物を集める。沈殿物をエタノール (14 ml) の溶かし再結晶を行い、化合物 17 を 9.0 g (収率 41%) 得た。

【0079】

(2) 化合物 18 の合成

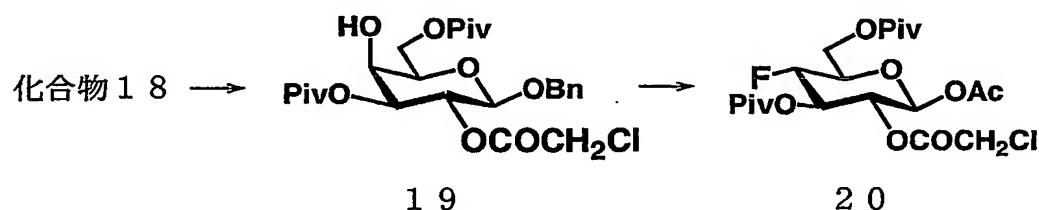
化合物 17 (4.3 g, 11 mmol) を塩化メチレン (120 ml) の溶かした後、アルゴン気流下 -20℃ まで冷却した。続いて、反応溶液に四塩化スズ (3.1 g, 12 mmol) を加え 20 分攪拌した後、ベンジルアルコール (2.3 g, 22 mmol) を加え反応温度を室温に戻した。TLC (ヘキサン：酢酸エチル=1：1) で反応終了を確認後、反応溶液を飽和炭酸水素ナトリウム水溶液に注ぎ、塩化メチレンで抽出した。塩化メチレン層を無水硫酸マグネシウムで乾燥後、ろ過、減圧濃縮した。残渣をデシケータで乾燥後、蒸留したメタノール (80 ml) に溶かしナトリウムメトキシド (431 mg, 5.5 mmol) を加えアルゴン気流下攪拌した。TLC (酢酸エチル：メタノール：水=10：5：1) で反応終了を確認した後、陽イオン交換樹脂 IR-120 (+) で中和し

【0080】

(ベンジル 2-O-クロロアセチル-4-デオキシ-4-フルオロ-3,6-ジ-O-ピバロイル-β-D-グルコピラノシド Benzyl 2-O-chloroacetyl-4-deoxy-4-fluoro-3,6-di-O-pivaloyl-β-D-glucopyranoside 20の合成)

【0081】

【化 2 2】



【0082】

(1) ベンジル 2-O-クロロアセチル-3,6-ジ-O-ピバロイル-β-D-ガラクトピラノシド Benzyl 2-O-chloroacetyl-3,6-di-O-pivaloyl-β-D-galactopyranoside (19) の合成

化合物18 (200 mg, 0.455 mmol) をジクロロメタン (7.8 ml)

）とピリジン（1.3 ml）に溶かし、無水クロロ酢酸（155 mg, 0.91 mmol）を加えて、アルゴン気流下-15℃で攪拌しながら15分間反応させた。反応終了を確認後、メタノール（5 ml）で無水クロロ酢酸をクエンチし、トルエンで3回共沸しながら減圧濃縮した。残渣を酢酸エチルで抽出し、飽和食塩水で洗浄した。有機層を無水硫酸マグネシウムで乾燥させ、濾過後濃縮した。残渣をシリカゲルカラムクロマトグラフィー（酢酸エチル：ヘキサン=1：4）で精製し、化合物19（収量172 mg, 収率73.5%）を得た。

$^1\text{H-NMR}$ (400 MHz, CDCl_3)

δ 7.37–7.29 (m, 5H, Ph), 5.39 (dd, 1H, $J_{1,2}=8.0\text{ Hz}$, $J_{2,3}=10.4\text{ Hz}$, H-2), 4.89 (dd, 1H, $J_{3,4}=3.4\text{ Hz}$, H-3), 4.89, 4.62 (2d, 2H, $J=12.5\text{ Hz}$, OCH_2Ph), 4.53 (d, 1H, H-1), 4.37 (dd, 1H, $J_{6a,6b}=11.5\text{ Hz}$, $J_{6a,5}=6.0\text{ Hz}$, H-6a), 4.32 (dd, 1H, $J_{6b,5}=6.6\text{ Hz}$, H-6b), 4.00 (m, 1H, H-4), 3.92 (s, 2H, COCH_2Cl), 3.75 (dd, 1H, H-5), 1.23, 1.19 [2s, 18H, $\text{COC}(\text{CH}_3)_3$]

$^{13}\text{C-NMR}$ (400 MHz, CDCl_3)

δ 178.33, 177.57, 165.92, (C=O), 136.66, 128.48, 128.07, 127.89 (Ph), 99.16 (C-1), 72.82 (C-3), 72.35 (C-5), 70.92 (C-2), 70.49 (OCH_2Ph), 67.29 (C-4), 62.30 (C-6), 40.40 (COCH_2Cl), 38.95, 38.80 [$\text{COC}(\text{CH}_3)_3$], 27.14, 26.98 [$\text{COC}(\text{CH}_3)_3$]

【0083】

$^1\text{H-NMR}$ 、 $^{13}\text{C-NMR}$ はBrukerのAVANCE 400 (400 MHzと表記)で測定した。溶媒が重クロロホルムの際は内部標準としてトリメチルシランを用いた。その他の重溶媒を用いたときは溶媒ピークを基準とした。化学シフトは、 δ (ppm)で、結合定数は J (Hz)示した。シリカゲルカラムクロマトグラフィーには、Merck Silicagel 60, 70–23

0 mesh又は230-400 meshを、球状シリカゲルは関東化学社製のSilica Gel 60 (Spherical) を、反応検出用(以下TLC)としてはE. Merck社製DC-Platten Kieselgel 60 F254 (Art 1, 05715)を使用した。高速液体クロマトグラフィー(HPLC)のカラムはナカライテスク社製 COSMOSIL 5C₁₈-AR Packed Column ($\phi 4.6 \times 150$ mm), を使用し、分光蛍光光度計は、JASCO社製のFP-210 Spectrofluorometerを用いた。

【0084】

(2) ベンジル 2-オ-クロロアセチル-4-デオキシ-4-フルオロ-3, 6-ジ-オ-ピバロイル- β -D-グルコピラノシド (20) の合成

化合物19 (300 mg, 0.583 mmol) をジクロロメタン (5.8 ml) に溶かし、アルゴン気流下-15℃で攪拌しながらジエチルアミノスルファートリフルオリド(DAST)を加えた。DASTを加え10分後室温に戻し1時間反応させた。TLCで原料消失を確認し、メタノール(3 ml)でDASTをクエンチ後減圧濃縮した。残渣をシリカゲルカラムクロマトグラフィー(酢酸エチル:ヘキサン=1:6)で精製し化合物20 (収量211 mg、収率70%)を得た。

【0085】

¹H-NMR (400 MHz, CDCl₃)

δ 7.37-7.27 (m, 5H, Ph), 5.31 (ddd, 1H, J₃, F=14.3 Hz, J_{3,4}=9.69 Hz, J_{2,3}=9.63 Hz, H-3), 5.04 (dd, 1H, J_{1,2}=7.93 Hz, H-2), 4.86 (d, 1H, J=12.2 Hz, OCH₂Ph), 4.60 (d, 1H, H-1), 4.59 (d, 1H, OCH₂Ph), 4.44 (ddd, 1H, J_{4,5}=9.04 Hz, J₄, F=50.6 Hz, H-4), 4.43 (ddd, 1H, J_{6a,6b}=12.1 Hz, J_{6a,5}=2.41 Hz, J_{6a}, F=2.23 Hz, H-6a), 4.24 (ddd, 1H, J_{6b,5}=5.67 Hz, J_{6b}, F=1.28 Hz, H-6b), 3.93 (s, 2H, OCOCH₂Cl), 3.75 (m, 1H, H-5)

, 1.25, 1.18 [2 s, 18H, OCOC (CH₃)₃]

 $^{13}\text{C-NMR}$ (400 MHz, CDCl_3)

δ 177.94, 117.43, 165.88 (C=O), 136.34, 128.55, 138.23, 127.92 (Ph), 98.68 (C-1), 87.35 (d, J_4 , $F=188.62\text{ Hz}$, C-4), 72.65 (d, J_2 , $F=7.96\text{ Hz}$, C-2), 72.05 (d, J_3 , $F=20.02\text{ Hz}$, C-3), 71.49 (d, J_5 , $F=23.09\text{ Hz}$, C-5), 70.80 ($\text{O}\underline{\text{C}}\text{H}_2\text{Ph}$), 62.12 (C-6), 40.30 ($\text{OCO}\underline{\text{C}}\text{H}_2\text{Cl}$), 38.87 [$\text{OCO}\underline{\text{C}}(\text{CH}_3)_3$], 27.17, 26.92 [$\text{OCOC}(\underline{\text{C}}\text{H}_3)_3$]

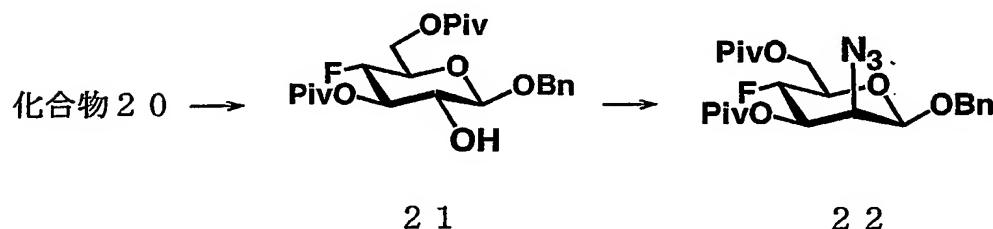
【 0 0 8 6 】

参考例 9

(ベンジル 2-アジド-2,4-ジデオキシ-4-フルオロ-3,6-ジ-O-
-ピバロイル-β-D-マンノピラノシド Benzyl 2-azido-2,
4-dideoxy-4-fluoro-3,6-di-O-pivaloyl-β-D-mannopyranoside 22の合成)

【0087】

【化 2 3】



【0088】

(1) ベンジル 4-デオキシ-4-フルオロ-3,6-ジ-O-ピバロイル- β -D-グルコピラノシド Benzyl 4-deoxy-4-fluoro-3,6-di-O-pivaloyl- β -D-glucopyranoside (21) の合成

【 0 0 8 9 】

化合物 20 (625 mg, 1.21 mmol) をメタノール (24.2 ml) に

溶かし、アルゴン気流下 -15°C で攪拌しながら、ナトリウムメトキシド (13.1 mg, 0.6 mmol) を加えた。30分後TLCで原料消失を確認後陽イオン交換樹脂IR-120 (+) で中和 (pH 6-7) し、樹脂を濾過後減圧濃縮した。残渣をシリカゲルカラムクロマトグラフィー (酢酸エチル:ヘキサン=1:4) で精製し化合物21 (収量395 mg, 収率74%) を得た。

$^1\text{H-NMR}$ (400 MHz, CDCl_3)

δ 7.38-7.29 (m, 5H, Ph), 5.18 (ddd, 1H, J_3 , $F=14.8\text{ Hz}$, $J_{3,4}=9.51\text{ Hz}$, $J_{2,3}=8.99\text{ Hz}$, H-3), 4.90 (d, 1H, $J=11.7$, OCH_2Ph), 4.63 (d, 1H, OCH_2Ph), 4.47 (ddd, 1H, $J_{5,6a}=2.43\text{ Hz}$, J_{6a} , $F=2.2\text{ Hz}$, H-6a), 4.47 (d, 1H, $J_{1,2}=7.7\text{ Hz}$, H-1), 4.38 (ddd, 1H, $J_{4,5}=8.96\text{ Hz}$, $J_{3,4}=9.67\text{ Hz}$, J_4 , $F=50.8\text{ Hz}$, H-4), 4.23 (ddd, 1H, $J_{6a,6b}=12.0\text{ Hz}$, J_{6b} , $F=1.26\text{ Hz}$, H-6b), 3.75 (m, 1H, H-5), 3.54 (m, 1H, J_2 , $\text{OH}=2.70\text{ Hz}$, H-2), 1.27, 1.26 [2 s, 18H, $\text{OCOC}(\text{CH}_3)_3$]

【0090】

$^{13}\text{C-NMR}$ (400 MHz, CDCl_3)

δ 178.17, 177.94 (C=O), 136.54, 128.54, 128.17, 128.12 (Ph), 101.31 (C-1), 87.45 (d, J_4 , $F=187.39\text{ Hz}$, C-4), 74.17 (d, J_3 , $F=18.88\text{ Hz}$, C-3), 72.45 (d, J_2 , $F=7.56\text{ Hz}$, C-2), 71.45 (d, J_5 , $F=23.26\text{ Hz}$, C-5), 71.09 (OCH_2Ph), 62.44 (C-6), 38.90, 38.85 [$\text{OCOC}(\text{CH}_3)_3$], 27.14, 26.99 [$\text{OCOC}(\text{CH}_3)_3$]

【0091】

(2) ベンジル 2-アジド-2,4-ジデオキシ-4-フルオロ-3,6-ジ-O-ピバロイル- β -D-マンノピラノシド (22) の合成

ピリジン (22.2 μl , 0.274 mmol) を溶かしたジクロロメタン (3

70 μ l) 溶液に0度で無水トリフルオロメタンスルホン酸 (46 μ l, 0.274 mmol) を滴下し、15分後、化合物21をジクロロメタン (1ml) に溶かしたものを0度で滴下した。TLCで原料消失を確認し、反応混合物をジクロロメタンで希釈した。有機層を飽和重曹水、飽和食塩水、水で洗浄し、無水硫酸マグネシウムで乾燥後濃縮した。残渣を真空ポンプでさらに乾燥後ベンゼン (1ml) に溶かし、アルゴン気流下室温でアジ化ナトリウム (13 mg, 0.206 mmol)、テトラアンモニウムクロライド (57 mg, 0.206 mmol) を加え40度で反応させた。2時間後TLCで原料消失を確認後減圧濃縮した。残渣を酢酸エチルで抽出し、飽和食塩水、水で洗浄し無水硫酸マグネシウムで乾燥後濃縮した。残渣をシリカゲルカラムクロマトグラフィー (酢酸エチル:ヘキサン=1:4) で精製して化合物22 (収量30.4 mg, 収率95%) を得た。

【0092】

$^1\text{H-NMR}$ (400 MHz, CDCl_3)

δ 7.39–7.32 (m, 5H, Ph), 4.99 (ddd, 1H, J_3 , $F=13.18\text{ Hz}$, $J_{3,4}=9.27\text{ Hz}$, $J_{2,3}=3.87\text{ Hz}$, H-3), 4.93 (d, 1H, $J=12.07\text{ Hz}$, OCH_2Ph), 4.67 (d, 1H, $J_{1,2}=1.18\text{ Hz}$, H-1), 4.63 (d, 1H, OCH_2Ph), 4.51 (ddd, 1H, $J_{6a,6b}=11.95\text{ Hz}$, $J_{6a,5}=2.54\text{ Hz}$, J_{6a} , $F=2.08\text{ Hz}$, H-6a), 4.23 (ddd, 1H, $J_{6b,5}=6.14\text{ Hz}$, J_{6b} , $F=1.14\text{ Hz}$, H-6b), 4.08 (m, 1H, H-2), 3.64 (m, 1H, H-5), 1.26 [2s, 18H, $\text{OCOC}(\text{CH}_3)_3$]

$^{13}\text{C-NMR}$ (400 MHz, CDCl_3)

δ 178.01, 177.68 (C=O), 136.06, 128.63, 128.31, 128.14 (Ph), 97.25 (C-1), 85.51 (d, J_4 , $F=183.97$, C-4), 72.01 (d, J_5 , $F=23.89$, C-5), 71.73 (d, J_3 , $F=18.98$, C-3), 70.57 (OCH_2Ph), 62.42 (C-2, C-6), 39.08, 38.9

0 [OCOC(CH₃)₃], 27.18, 26.95 [OCOC(CH₃)₃]

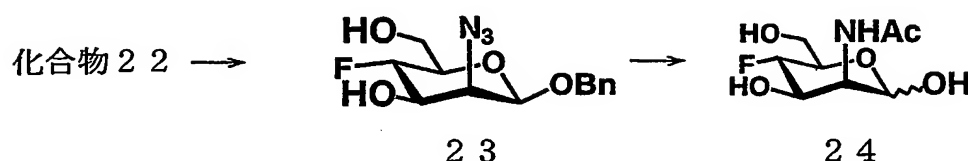
【0093】

参考例 10

(N-アセチル-4-デオキシ-4-フルオロ-D-マンノサミン N-acetyl-4-deoxy-4-fluoro-D-mannosamine 24 の合成)

【0094】

【化 24】



【0095】

(1) ベンジル 2-アジド-2,4-ジデオキシ-4-フルオロ-β-D-マンノピラノシド Benzyl 2-azido-2,4-dideoxy-4-fluoro-β-D-mannopyranoside (23) の合成

化合物 22 (180 mg, 0.387 mmol) をメタノール (8 ml) に溶かしナトリウムメトキシド (922 mg, 9.67 mmol) を加え攪拌し 40℃ で反応させた。4.5 時間後 TLC で 1 スポットにまとまったことを確認し陽イオン交換樹脂 IR-120 (+) で中和後、濾過し濃縮した。残渣をシリカゲルカラムクロマトグラフィー (酢酸エチル:ヘキサン=1:1) で精製し化合物 23 (収量 105.3 mg, 収率 91.6%) を得た。

【0096】

¹H-NMR (400 MHz, CDCl₃)

δ 7.40-7.31 (m, 5H, Ph), 4.96 (d, 1H, J=12.13 Hz, OCH₂Ph), 4.71 (d, 1H, J_{1,2}=1.33 Hz, H-1), 4.69 (d, 1H, OCH₂Ph), 4.49 (ddd, 1H, J_{4,F}=51.06 Hz, J_{4,5}=9.19 Hz, J_{3,4}=9.20 Hz, H-4), 4.02 (m, 1H, H-2), 3.93 (dddd, 1H, J_{6a,6b}=12.19 Hz

z , $J_{6a, 5} = 2.31 \text{ Hz}$, $J_{6a, F} = 2.32 \text{ Hz}$, $J_{6a, OH} = 6.20 \text{ Hz}$, $H-6a$), $3.89-3.77$ (m, 2H, $H-3$, $H-6b$), 3.39 (m, 1H, $H-5$)

$^{13}\text{C-NMR}$ (400MHz, CDCl_3)

δ 136.39, 128.62, 128.24, 127.83 (Ph), 98.63 (C-1), 88.19 (d, J_4 , $F = 178.91 \text{ Hz}$, C-4), 73.95 (d, J_5 , $F = 25.48 \text{ Hz}$, C-5), 71.18 (OCH_2Ph), 71.16 (d, J_3 , $F = 19.69 \text{ Hz}$, C-3), 64.48 (d, J_2 , $F = 8.42 \text{ Hz}$, C-2), 61.39 (C-6)

【0097】

(2) N-アセチル-4-デオキシ-4-フルオロ-D-マンノサミン N-acetyl-4-deoxy-4-fluoro-D-mannosamine (24) の合成

化合物23 (105mg, 0.353mmol) をメタノール (7ml) に溶かし無水酢酸 (333 μ l, 3.53mol) を加えた後、アルゴン気流下で触媒量の10% Pd/Cを加え水素置換してから室温で攪拌した。2時間後TLCで原料消失を確認し、活性炭濾過後濃縮した。残渣をシリカゲルカラムクロマトグラフィー (酢酸エチル:メタノール=5:1) で精製し化合物24 (収量57mg, 収率72%) を得た。

$^1\text{H-NMR}$ (400MHz, D_2O)

δ 5.23 (dd, 1H, $J_{1, 2} = 2.69 \text{ Hz}$, J_1 , $F = 1.44 \text{ Hz}$, $H-1-\alpha$), 4.65 (ddd, 1H, J_4 , $F = 50.94 \text{ Hz}$, $J_{3, 4} = 9.06 \text{ Hz}$, $J_{4, 5} = 9.58 \text{ Hz}$, $H-4-\alpha$), 4.47 (m, 1H, $H-2-\alpha$), 4.43 (ddd, 1H, J_3 , $F = 14.28 \text{ Hz}$, $J_{2, 3} = 4.9 \text{ Hz}$, $H-3-\alpha$), 4.16 (m, 1H, $H-5-\alpha$), 3.95 (m, 2H, $H-6a-\alpha$, $H-6b-\alpha$), 2.14 (s, 3H, $\text{NHCOCH}_3-\alpha$)

$^{13}\text{C-NMR}$ (400MHz, D_2O)

δ 175.27 (C=O- α), 93.46 (C-1- α), 88.30 (d, J_4 , $F = 177.00 \text{ Hz}$, C-4- α), 69.91 (d, J_5 , $F = 24.41$

Hz, C-5- α), 67.60 (d, J₃, F=18.74 Hz, C-3- α),
60.36 (C-6), 54.12 (d, J₂, F=8.68 Hz, C-2- α),
22.31 (NHCOCH₃- α)

【0098】

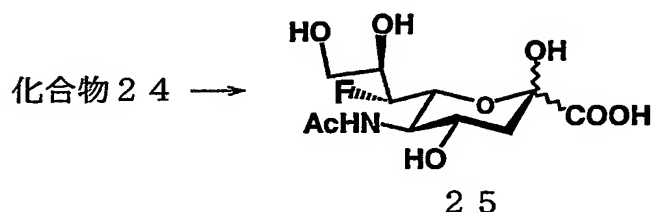
参考例 11

(5-アセタミド-3,5,7-トリデオキシー-7-フルオロ-D-グリセロ- β -D-ラクト-2-ノヌロピラノシドニック アシッド

5-Acetamide-3,5,7-trideoxy-7-fluoro-D-glycero- β -D-galacto-2-nonulopyranosidonic acid 25の合成)

【0099】

【化25】



【0100】

化合物 24 (50 mg, 0.224 mmol) ピルビン酸ナトリウム (123 mg, 1.12 mmol) と牛血清アルブミン (5 mg) をリン酸ナトリウム緩衝溶液 (100 mM, pH 7.5, 3.4 ml) に溶かし、その後シアル酸アルドラーゼ (50 U) を加え室温で反応を開始した。24 時間後反応溶液を凍結乾燥させ、少量の水に溶かし陰イオン交換樹脂カラム (AG 1-X8, 200-400 mesh, formate form) にのせた。水 300 ml 流した後、1 M ギ酸で目的物を溶出させ減圧濃縮し、ゲル濾過カラム (Sephadex G-15, 水) で精製し化合物 25 (収量 40 mg, 収率 58.9%) を得た。

【0101】

¹H-NMR (400 MHz, D₂O)

δ 4.61 (dd, 1H, J₇, δ =8.97 Hz, J₇, F=45.56 Hz

, H-7), 4.18 (dd, 1H, $J_{5,6}=10.63\text{ Hz}$, J_6 , $F=29.86\text{ Hz}$, H-6), 4.15 (m, 1H, H-4), 4.07 (m, 1H, H-8), 4.02 (dd, 1H, $J_{4,5}=10.10\text{ Hz}$, H-5), 3.90 (ddd, 1H, $J_{9a9b}=12.18\text{ Hz}$, $J_{9a,8}=2.77\text{ Hz}$, J_{9a} , $F=2.86\text{ Hz}$, H-9a), 3.76 (ddd, 1H, $J_{9b,8}=5.33\text{ Hz}$, J_{9b} , $F=2.06\text{ Hz}$, H-9b), 2.40 (dd, 1H, $J_{3eq,3ax}=13.00$, $J_{3eq,4}=4.88\text{ Hz}$, H-3eq), 2.15 (s, 3H, OCOCH_3), 2.00 (dd, 1H, $J_{3ax,4}=11.70\text{ Hz}$, H-3ax)

^{13}C -NMR (400MHz, D_2O)

δ 175.17, 173.68 (C=O), 96.01 (C-1), 89.12 (d, J_7 , $F=179.23\text{ Hz}$, C-7), 69.67 (d, J_6 , $F=17.41\text{ Hz}$, C-6), 68.31 (d, J_8 , $F=26.50\text{ Hz}$, C-8), 67.26 (C-4), 62.70 (C-6), 52.17 (C-5), 39.19 (C-3), 22.61 (NHCOCH_3)

【0102】

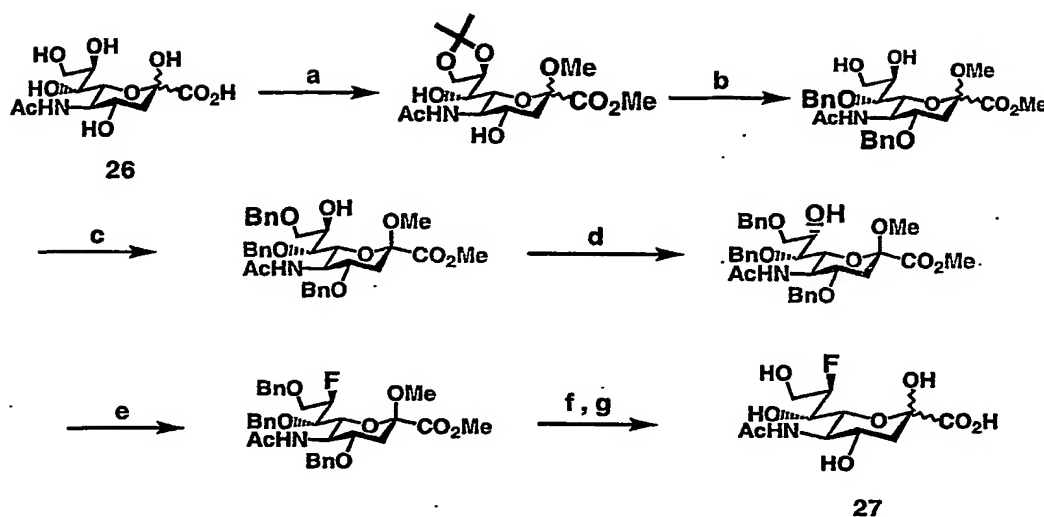
参考例12

(5-アセタミド-3,5,8-トリデオキシ-8-フルオロ-D-グリセローβ-D-ラクト-2-ノヌロピラノシドニック アシッド 5-Acetamide-3,5,8-trideoxy-8-fluoro-D-glycero-β-D-galacto-2-nonulopyranosidonic acid 27の合成)

下記のスキームに従ってシアル酸(26)から5-アセタミド-3,5,8-トリデオキシ-8-フルオロ-D-グリセローβ-D-ラクト-2-ノヌロピラノシドニック アシッド(27)を合成した。

【0103】

【化26】



【0104】

(a) (1) Dowex 50-X8, dist. MeOH, (2) Acetone dimethyl acetal, Camphor sulfonic acid, MeCN, $y=73\%$;

(b) (1) BaO, Ba(OH)₂, BnBr, DMF, (2) CH₂N₂, (3) 60% AcOH, $y=61.8\%$;

(c) (1) Dibutyltin oxide, toluene : MeOH=5:1, (2) tetra-*n*-butyl ammonium bromide, BnBr, toluene, $y=74.3\%$;

(d) (1) DMSO, Oxalyl chloride, TEA, CH₂Cl₂, (2) BH₃NH₃, MeOH, $y=73.2\%$;

(e) DAST, CH₂Cl₂, $y=29.8\%$;

(f) Pd/C, AcOH, $y=74.2\%$;

(g) (1) 0.3N NaOH, (2) Amberlyst 15H(+), 0.016N HCl, $y=72.6\%$

【0105】

8-フルオロシアル酸のNMRデータを以下に示す。

¹H-NMR (400MHz, D₂O)

δ 4.69 (dddd, 1H, J₈, F=48.7Hz, J₈, 9_a=5.0

Hz, $J_{8,9b}=3.5\text{ Hz}$, H-8), 4.03 (ddd, 1H, $J_{4,5}=10.0\text{ Hz}$, $J_{3ax,4}=11.1\text{ Hz}$, $J_{3eq,4}=4.7\text{ Hz}$, H-4), 3.95 (dd, 1H, $J_{4,5}=10.0\text{ Hz}$, $J_{5,6}=9.9\text{ Hz}$, H-5), 3.94 (ddd, 1H, $J_{6,7}=\sim 0\text{ Hz}$, $J_{7,8}=6.8\text{ Hz}$, $J_{7,F}=14.0\text{ Hz}$, H-7), 3.88 (ddd, 1H, $J_{9a,9b}=13.3\text{ Hz}$, $J_{9a,8}=3.5\text{ Hz}$, $J_{9b,F}=28.0\text{ Hz}$, H-9b), 3.86 (dd, 1H, $J_{5,6}=9.9\text{ Hz}$, $J_{6,7}=\sim 0\text{ Hz}$, H-6), 3.72 (ddd, 1H, $J_{9a,9b}=5.33\text{ Hz}$, $J_{9a,8}=5.0\text{ Hz}$, $J_{9a,F}=30.6\text{ Hz}$, H-9a), 2.28 (dd, 1H, $J_{3eq,3ax}=13.00$, $J_{3eq,4}=4.6\text{ Hz}$, H-3eq), 2.05 (s, 3H, Ac), 1.87 (dd, 1H, $J_{3ax,4}=11.1\text{ Hz}$, $J_{3eq,3ax}=13.00$, H-3ax)

【0106】

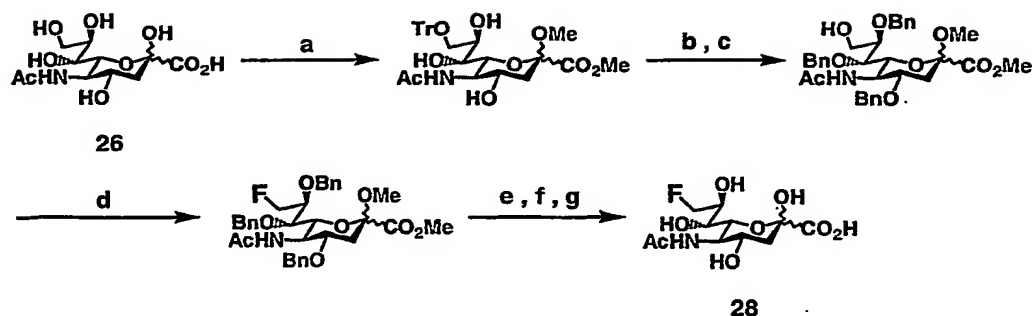
参考例13

(5-アセタミド-3,5,9-トリデオキシ-9-フルオロ-D-グリセロ- β -D-ラクト-2-ノヌロピラノシドニック アシッド 5-Acetamide-3,5,9-trideoxy-9-fluoro-D-glycero- β -D-galacto-2-nonulopyranosidonic acid 28の合成)

下記のスキームに従ってシアル酸(26)から5-アセタミド-3,5,9-トリデオキシ-9-フルオロ-D-グリセロ- β -D-ラクト-2-ノヌロピラノシドニック アシッド(28)を合成した。

【0107】

【化 27】



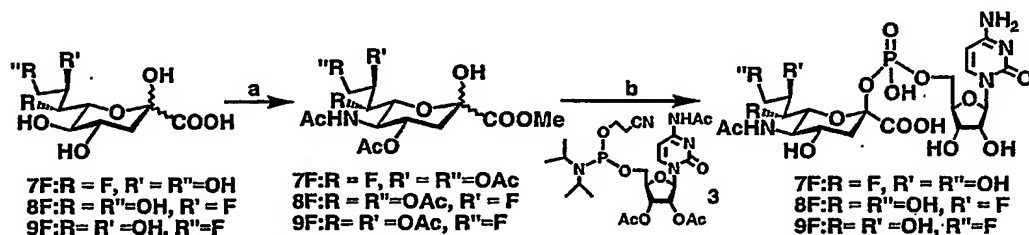
【0108】

参考例 14

(CMP-7-フルオロシアル酸誘導体の合成)

【0109】

【化 28】



【0110】

(a) (1) Dowex 50-X8, MeOH, (2) Ac₂O, 60% HClO₄;

(b) (1) 1H-Tetrazole, CH₃CN, (2) t-BuOOH, CH₃CN, (3) DBU, CH₃CN, (4) NaOMe, MeOH, H₂O

【0111】

フルオロシアル酸誘導体である化合物 (25) (0.074 mmol) を蒸留メタノール (3 ml) に溶かし、アルゴン気流下室温で攪拌しながら Dowex-50W-X8 (65 mg) を加え、3 時間反応させた。反応終了を確認し、濾過後減圧濃縮した。残渣を無水酢酸 (200 μl) に溶かし、-20℃で攪拌しながら無水酢酸: 60% 過塩素酸 = 15:1 溶液 (22 μl) を加え、10℃にて 40 分反応させた。反応終了を確認後、反応溶液を酢酸エチルで希釈して、飽

和重曹水で洗浄した。有機層を無水硫酸マグネシウムで乾燥し、濾過後減圧濃縮して、化合物(29)を含む残渣を得た。残渣とCMP-5'-ホスホロアミダイト誘導体(30)(136mg, 0.23mmol)をベンゼンで別々の3回共沸し、蒸留したアセトニトリル(100 μ l)にそれぞれ溶かし混ぜた。アルゴン気流下水水中で攪拌しながら1H-テトラゾール(17mg, 0.23mmol)を加えた。5分後に室温に戻し、さらに10分間反応させた。反応終了を確認後、溶液を酢酸エチルで希釈し、飽和重曹水、飽和食塩水で洗浄した。有機層を無水硫酸マグネシウムで乾燥させ、濾過後30℃以下で濃縮した後さらにトルエンで2回共沸し水を取り除いた。残渣に蒸留したアセトニトリル(400 μ l)を加え、アルゴン気流下水冷しながら2.5Mのt-BuOOHトルエン溶液(290 μ l)を滴下した。5分後に室温に戻し、さらに20分間攪拌した。反応終了を確認後、ジメチルスルフィド(53 μ l)を滴下し10分間攪拌してt-BuOOHをクエンチした。その後、DBU(18 μ l)を滴下して20分間室温で攪拌した。反応終了を確認後、メタノール(0.67ml)、水(1.35ml)、ナトリウムメトキシド(360mg)を加え室温で16時間反応させた。反応終了を確認後水で抽出し、ジクロロメタンで洗浄した。水層を25℃以下で8ml程度まで減圧濃縮した。この水溶液をSephadex G-15(1.8 ϕ ×90cm)を用いるゲルカラムクロマトグラフィー(展開溶媒: 20mMアンモニア水、流速: 0.3ml/min)で精製し、CMP-フルオロシアル酸誘導体(31)を得た。

【0112】

CMP-7"-デオキシ-7"-フルオロシアル酸のNMRデータを以下に示す。

$^1\text{H-NMR}$ (400MHz, 50mM ND_4DCO_3 in D_2O), δ 8.04 (d, 1H, $J_{5,6}=7.6\text{Hz}$, H-6), 6.20 (d, 1H, $J_{6,5}=7.6\text{Hz}$, H-5), 6.06 (d, 1H, $J_{1',2'}=4.5\text{Hz}$, H-1'), 4.54 (dd, 1H, $J_{7'',8''}=9.5\text{Hz}$, $J_{7'',F}=45.9\text{Hz}$, H-7''), 4.42~4.20 (m, 7H, H-2', H-3', H-4', H-5' a, H-5' b, H-6'', H-8''), 4.16 (d

dd, 1H, $J_{4''}$, 3" $e_q = 4.7 \text{ Hz}$, $J_{4''}$, 3" $a_x = 11.3 \text{ Hz}$, $J_{4,5} = 10.3 \text{ Hz}$, H-4"), 4.03 (dd, 1H, $J_{5''}$, 4" = $J_{5''}$, 6" = 10.3 Hz , H-5"), 3.91 (ddd, 1H, $J_{9'' a}$, 9" b = 12.2 Hz , $J_{9'' a}$, 8" = 2.8 Hz , $J_{9'' a}$, F = 2.8 Hz , H-9" a), 3.75 (ddd, 1H, $J_{9'' a}$, 9" b = 12.2 Hz , $J_{9'' b}$, 8" = 5.4 Hz , $J_{9'' b}$, F = 2.1 Hz , H-9" b), 2.61 (dd, 1H, $J_{3'' e_q}$, 4" = 4.7 Hz , $J_{gem} = 13.3 \text{ Hz}$, H-3" e_q), 2.14 (s, 3H, Ac), 1.76 (ddd, 1H, $J_{3'' a_x}$, 4" = 11.5 Hz , $J_{gem} = 13.3 \text{ Hz}$, $J_{3'' a_x}$, P = 5.6 Hz , H-3" a_x)

【0113】

参考例15

CMP-8" -デオキシ-8" -フルオロ-シアル酸の合成

化合物(25)の代わりに化合物(27)を用いた以外は参考例14と同様にしてCMP-8" -デオキシ-8" -フルオロ-シアル酸を合成した。NMRデータを以下に示す。

$^1\text{H-NMR}$ (400MHz, 50mM ND_4DCO_3 in D_2O)
 δ 8.08 (d, 1H, $J_{5,6} = 7.6 \text{ Hz}$, H-6), 6.20 (d, 1H, $J_{6,5} = 7.6 \text{ Hz}$, H-5), 6.09 (d, 1H, $J_{1',2'} = 4.1 \text{ Hz}$, H-1'), 4.90 (m, 1H, H-8"), 4.42 (dd, 1H, $J_{3',2'} = J_{3',4'} = 4.9 \text{ Hz}$, H-3'), 4.39 (dd, 1H, $J_{2',1'} = 4.1 \text{ Hz}$, $J_{2',3'} = 4.9 \text{ Hz}$, H-2'), 4.31-4.28 (m, 3H, H-4', H-5' a, H-5' b), 4.15 (ddd, 1H, $J_{4''}$, 3" $e_q = 4.4 \text{ Hz}$, $J_{4''}$, 3" $a_x = 11.5 \text{ Hz}$, $J_{4,5} = 10.5 \text{ Hz}$, H-4"), 4.10-3.90 (m, 5H, H-5", H-6", H-7", H-9" a, H-9" b), 2.60 (dd, 1H, $J_{3'' e_q}$, 4" = 4.4 Hz , $J_{gem} = 13.1 \text{ Hz}$, H-3" e_q), 2.13 (s, 3H, Ac), 1.77 (ddd, 1H, $J_{3'' a_x}$, 4" = 11.5 Hz , $J_{gem} = 13.1 \text{ Hz}$, $J_{3'' a_x}$, P = 4.5 Hz , H-3" a_x)

【0114】

参考例 16

CMP-9"-デオキシ-9"-フルオロ-シアル酸の合成

化合物(25)の代わりに化合物(28)を用いた以外は参考例14と同様に
してCMP-9"-デオキシ-9"-フルオロ-シアル酸を合成した。

【0115】

実施例 5

[HOOC-Ser-Ser-Asn (asialooligo)-Val-Leu-Leu-Ala-NH-Dansylの合成]

固相合成用カラムにHMPA-PEGALレジン370mgを入れ、CH₂Cl₂, DMFで十分に洗浄し反応に用いた。

Fmoc-Ser(OtBu)-OH、1-メシチレンスルホニル-3-ニトロ-1,2,4-トリアゾール(MSNT)、N-メチルイミダゾールをCH₂Cl₂に溶解させ5分間攪拌した後、樹脂の入った固相合成用カラムに入れ室温で3時間攪拌した。攪拌後、樹脂をメチレンクロライド、イソプロパノール、DMFで洗浄し乾燥させた。その後、20分間20%無水酢酸DMF溶液を用いて固相上の未反応のアミノ基をアセチル化しキャッピングした。DMFで樹脂を洗浄後、20%ピペリジン/DMF溶液を用いて20分攪拌することによりFmoc基を脱保護しレジン-Ser-NH₂を得た。DMFで洗浄後、乾燥させた。

次に、Fmoc-Ser(OtBu)-OHを用いHOBt・H₂OとDIPCDIによって縮合させた。

【0116】

次に、Fmoc-アシアロ糖鎖アスパラギン(15)をDMSO、DMF1対1の混合溶媒に溶かし、HATUとDIPEAを用いて室温24時間攪拌させて縮合させた。DMFで洗浄後10%無水酢酸/2-プロパノール:メタノールで20分間攪拌しキャッピングした。樹脂を2-プロパノール、DMFで洗浄後、20%ピペリジン/DMFで20分間攪拌しFmoc基を脱保護しDMFで樹脂を洗浄した。

この樹脂に、バリン(Val)、ロイシン(Leu)、ロイシン(Leu)、

アラニン (Ala)、を同様に縮合およびFmoc基の脱保護を行って、レジン-Ser-Ser-Asn (asialooligo)-Val-Leu-Leu-Ala-NH₂を得た。

バリン (Val)、ロイシン (Leu)、アラニン (Ala) のアミノ酸はカルボキシル基をpfpエステル化したFmoc-AA-Opfp (AA=アミノ酸) を用い、3,4-ジヒドロ-4-オキソ-1,2,3-ベンゾトリアジン-3-イル (Dhbt) によって縮合させた。すべての縮合はDMF溶液中で行った。

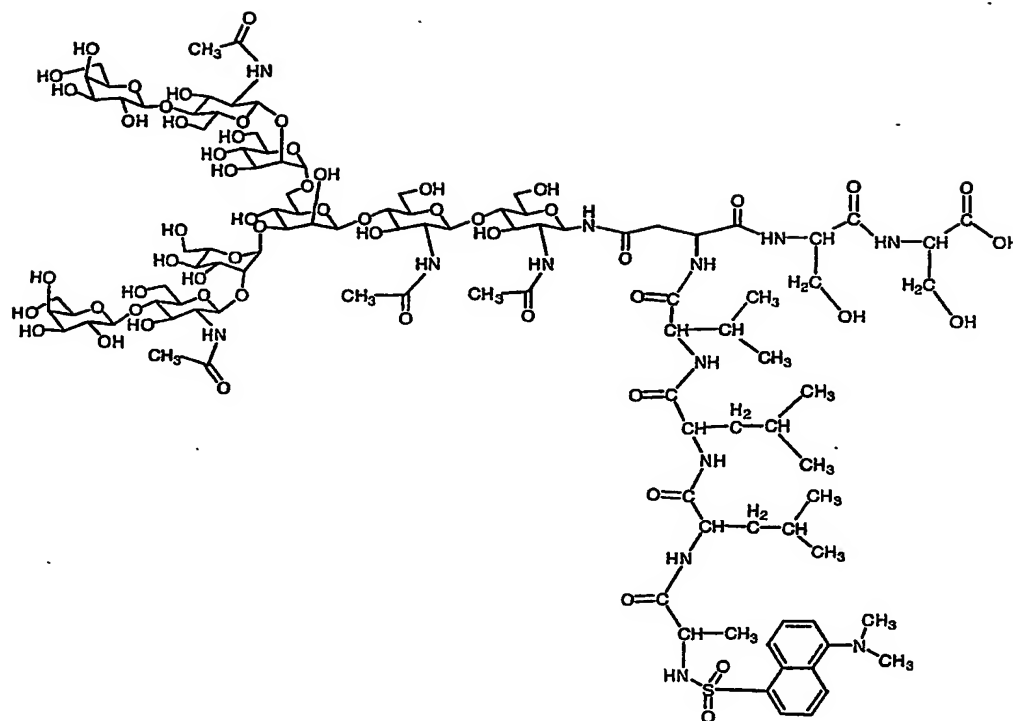
次に蛍光標識するためにダンシルクロリドとジイソプロピルエチルアミンを用いてDMF中30分反応させた。ダンシル化が終了した後、DMF, CH₂Cl₂で樹脂を洗浄した。

樹脂を洗浄後、95%TFA水溶液を加え、室温で3時間攪拌してレジンを切断した。レジンを経過して除き、反応溶液を室温で減圧濃縮した後、水に溶かし凍結乾燥した。凍結乾燥品をHPLCで精製することで目的とするHOOC-Ser-Ser-Asn (asialooligo)-Val-Leu-Leu-Ala-NH-Dansylを得た。

(YMC-Pack A-314 S-5 ODS 300×6.0mm 展開溶媒 A:0.1%TFA水溶液 B:0.1%TFA アセトニトリル:水=90:10 グラジエントA 100% 0.60ml/min→B 100% 0.60ml/min 60分)

【0117】

【化 29】



【0118】

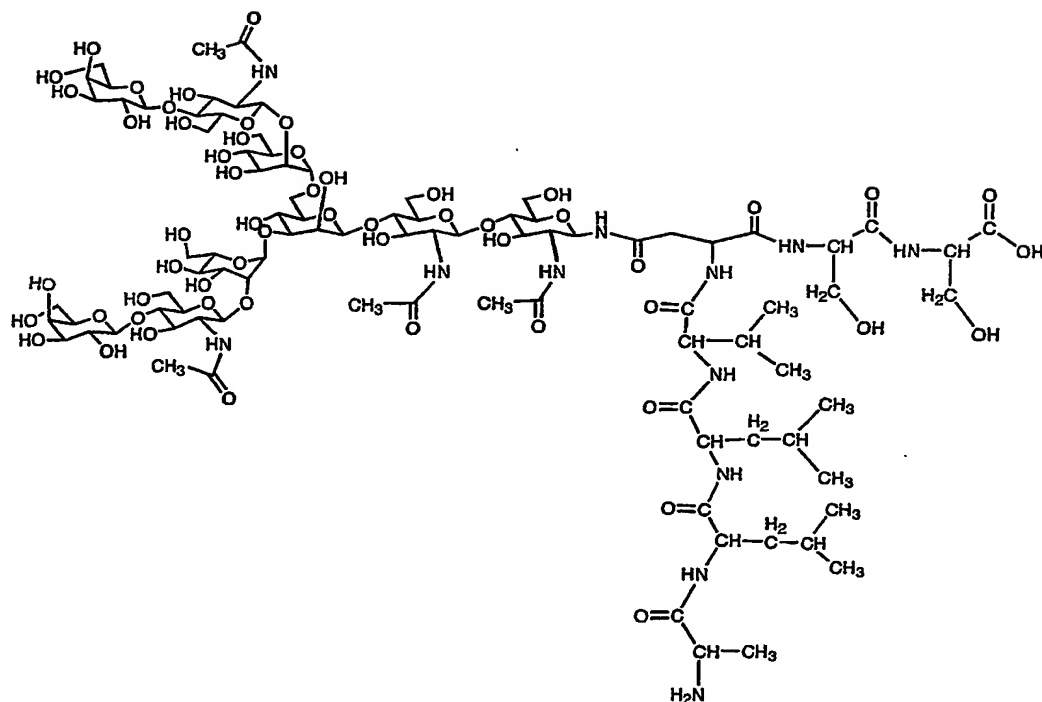
実施例 6

[HOOC-Ser-Ser-Asn (asialooligo) -Val-Leu-Leu-Ala-NH₂ の合成]

実施例 5 において、蛍光標識するためダンシル化を省略した以外は同様にして HOOC-Ser-Ser-Asn (asialooligo) -Val-Leu-Leu-Ala-NH₂ を合成した。

【0119】

【化 30】



【0120】

実施例 7

実施例 5 で得られた Dansyl 化したアシアロ糖鎖ペプチドにシアル酸転移酵素を用いて参考例 14 のシアル酸誘導体を転移させた。

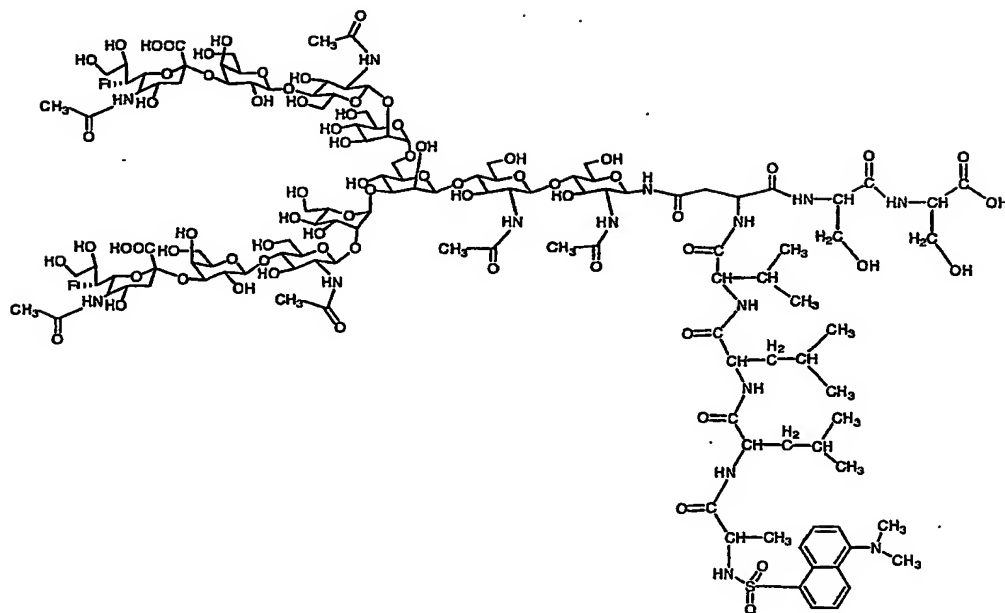
シアル酸転移酵素として $\alpha 2, 3$ 転移酵素である市販の Rat Recombinant 由来のものを用いた。

酵素反応条件は Dansyl 化アシアロ糖鎖ペプチドに対し CMP-シアル酸誘導体 4 等量を使用し、反応溶媒には 50 mM カコジル酸緩衝溶液 (pH 5.0) を用い、反応溶液には燐酸加水分解酵素と牛血清アルブミンを加えておく。反応が終了した後、そのまま凍結乾燥した。凍結乾燥品を HPLC で精製することにより下記に示す Dansyl 化したジー 7-シアル酸誘導体の結合した糖鎖ペプチドを得た。

(YMC-Pack A-314 S-5 ODS 300×6.0 mm 展開溶媒 A: 0.1% TFA 水溶液 B: 0.1% TFA アセトニトリル: 水 = 90:10 グラジエント A 100% 0.60 ml/min → B 100% 0.60 ml/min 60 分)

【0121】

【化31】



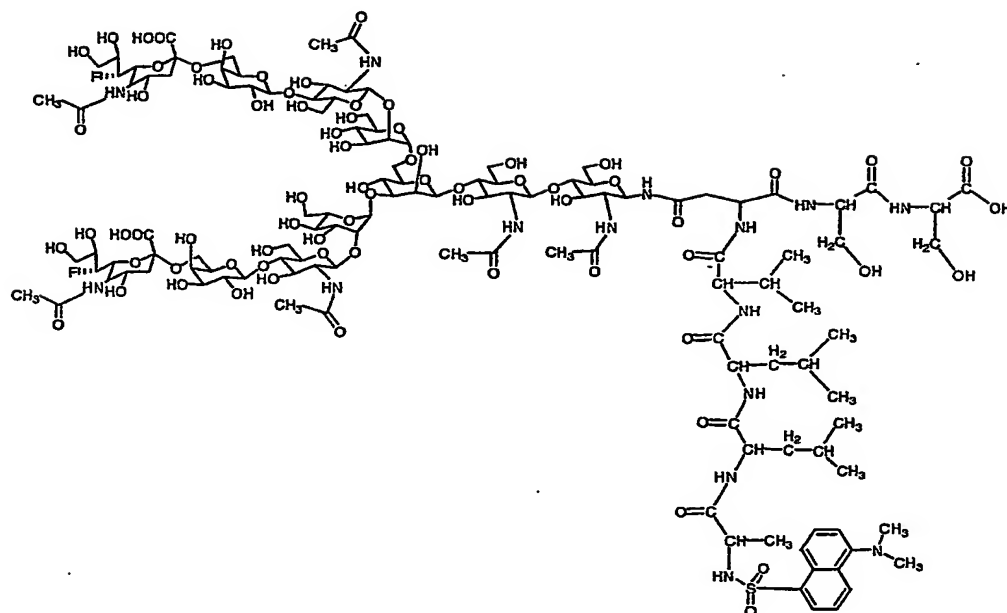
【0122】

実施例 8

シアル酸転移酵素として $\alpha 2, 6$ 転移酵素である市販の R a t L i v e r 由来のものをを用い、カコジル酸緩衝溶液の pH を 6.0 とした以外は実施例 7 と同様にして下記に示す D a n s y l 化したジー 7-シアロ誘導体の 2, 6-結合した糖鎖ペプチドを得た。

【0123】

【化 3 2】



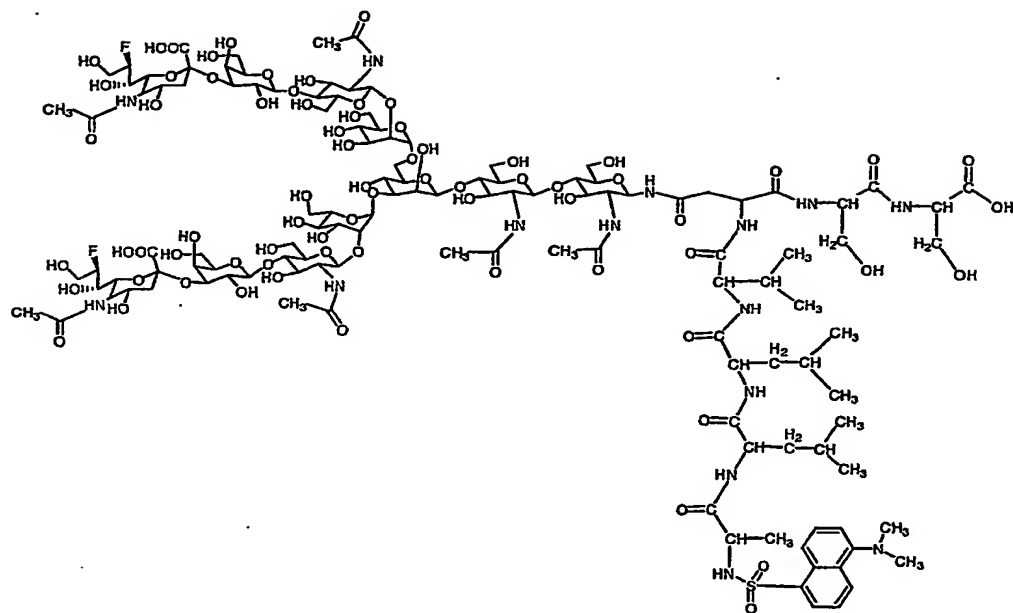
【0124】

実施例 9

参考例 14 のシアル酸誘導体の代わりに、参考例 15 のシアル酸誘導体を用いた以外は実施例 7 と同様にして下記に示すジー 8 - シアロ誘導体の 2, 3 - 結合した糖鎖ペプチドを得た。

【0125】

【化 33】



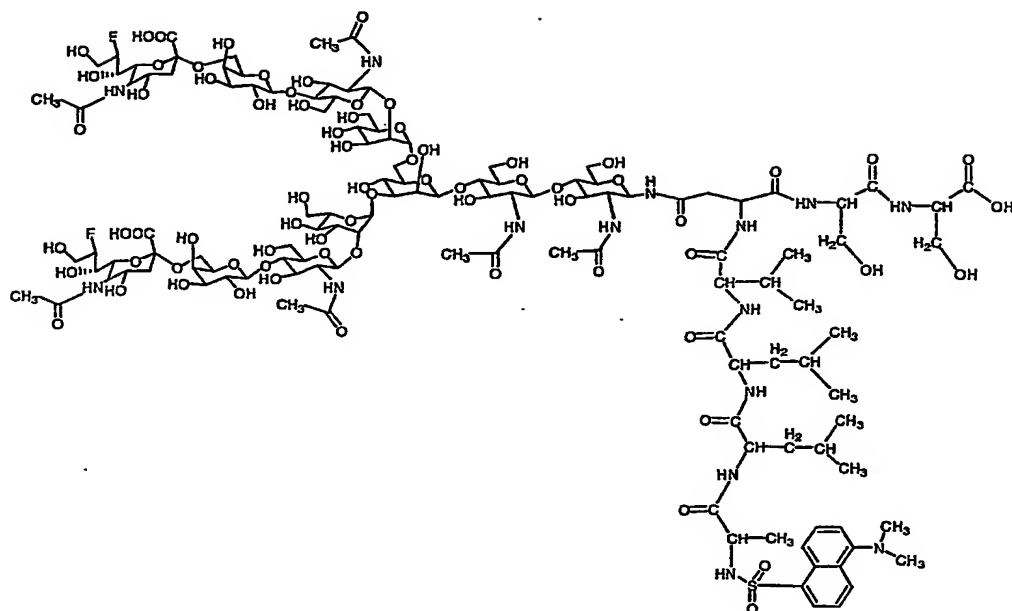
【0126】

実施例 10

参考例 14 のシアル酸誘導体の代わりに、参考例 15 のシアル酸誘導体を用いた以外は実施例 8 と同様にして下記に示すジー 8 - シアロ誘導体の 2, 6 - 結合した糖鎖ペプチドを得た。

【0127】

【化 3 4】



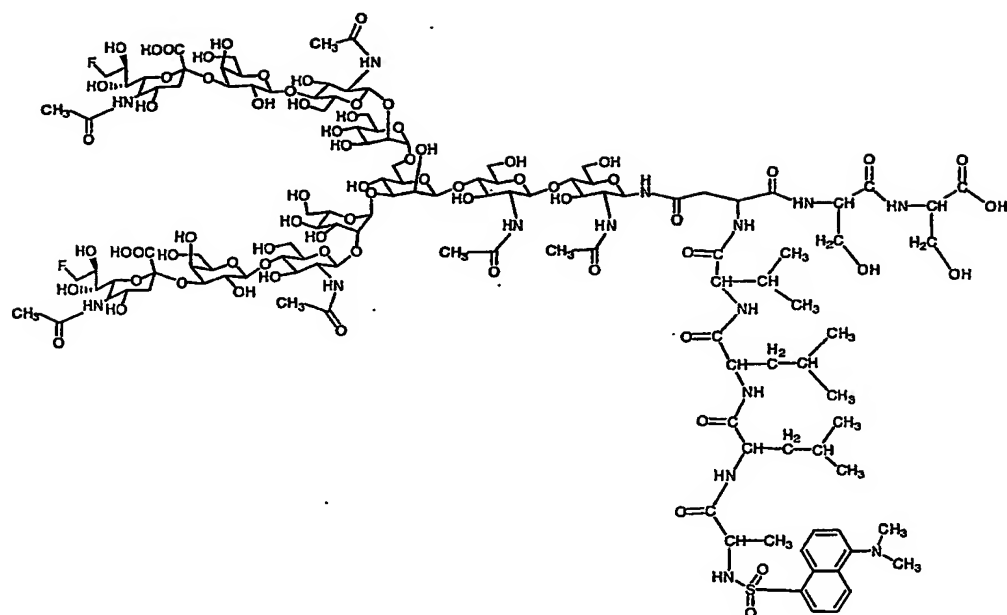
【0128】

実施例 11

参考例 14 のシアル酸誘導体の代わりに、参考例 16 のシアル酸誘導体を用いた以外は実施例 7 と同様にして下記に示すジー 9 - シアロ誘導体の 2, 3 - 結合した糖鎖ペプチドを得た。

【0129】

【化 35】



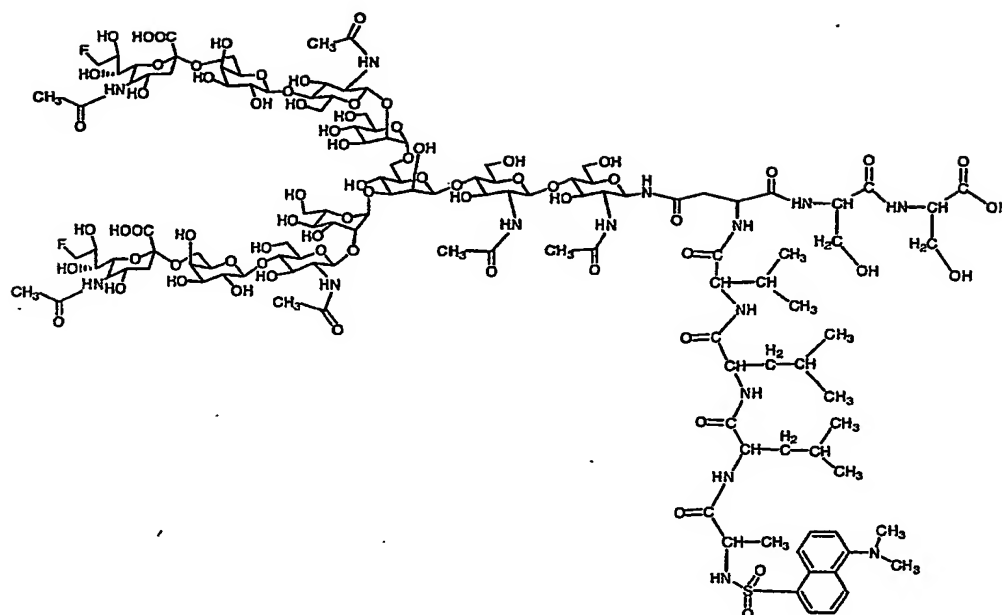
【0130】

実施例 12

参考例 14 のシアル酸誘導体の代わりに、参考例 16 のシアル酸誘導体を用いた以外は実施例 8 と同様にして下記に示すジー 9 - シアロ誘導体の 2, 6 - 結合した糖鎖ペプチドを得た。

【0131】

【化 36】



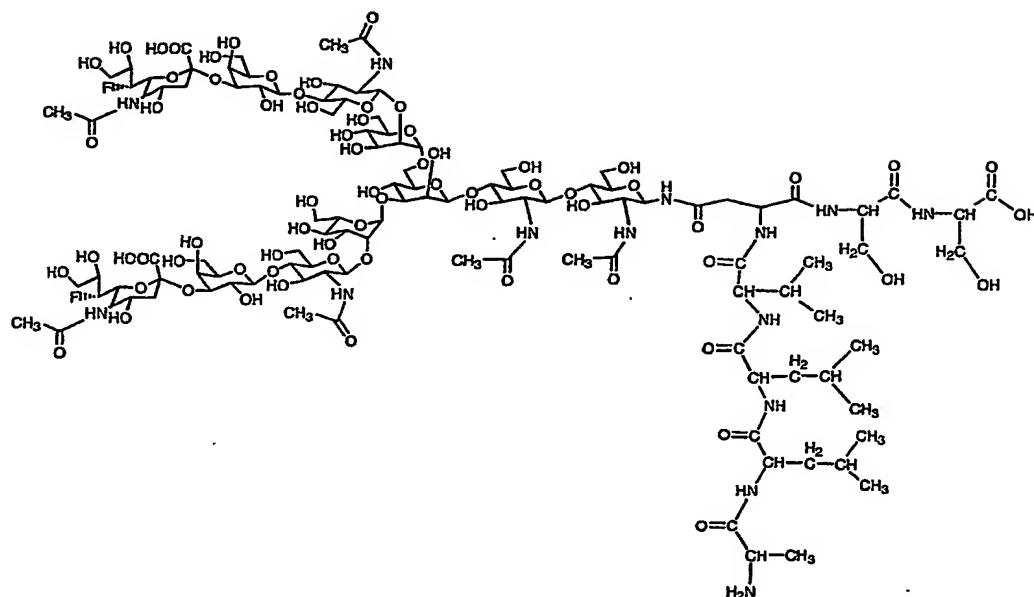
【0132】

実施例 13

実施例 6 で得られた Dansyl 化しないアシアロ糖鎖ペプチドを用いた以外は実施例 7 と同様にして下記に示すジー 7-シアロ誘導体の 2, 3-結合した糖鎖ペプチドを得た。

【0133】

【化 3 7】



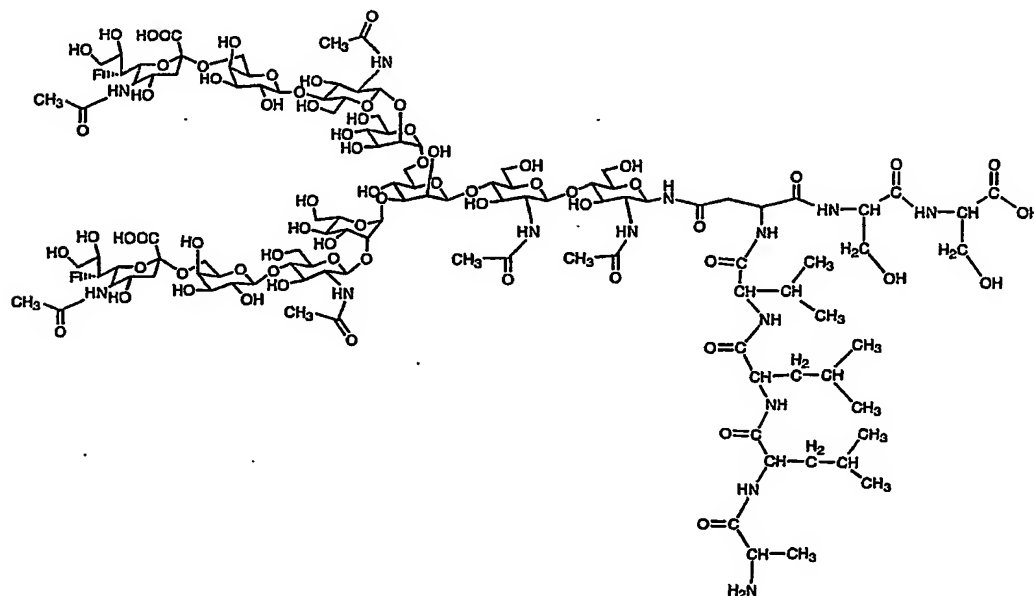
【0134】

実施例 14

実施例 6 で得られた Dansyl 化しないアシアロ糖鎖ペプチドを用いた以外は実施例 8 と同様にして下記に示すジ-7-シアロ誘導体の 2, 6-結合した糖鎖ペプチドを得た。

【0135】

【化 3 8】



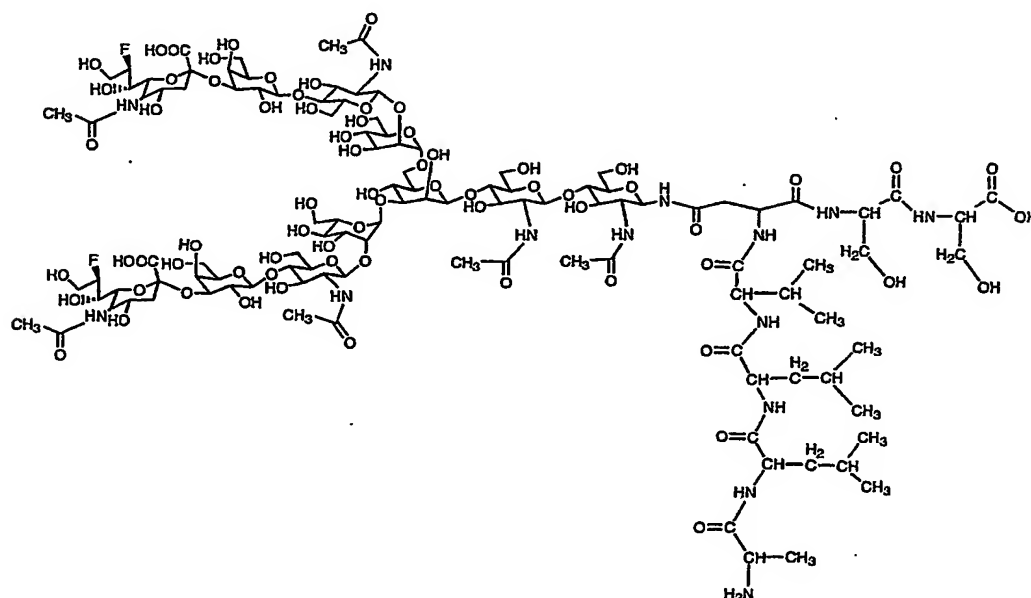
【0136】

実施例 15

実施例 6 で得られた Dansyl 化しないアシアロ糖鎖ペプチドを用いた以外は実施例 9 と同様にして下記に示すジー 8 -シアロ誘導体の 2, 3 -結合した糖鎖ペプチドを得た。

【0137】

【化 39】



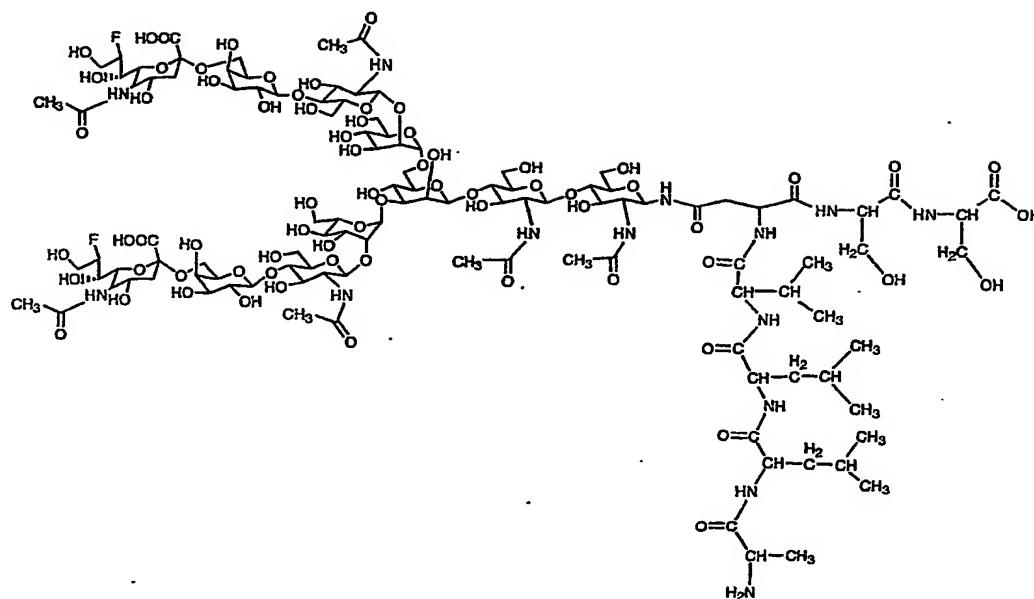
【0138】

実施例 16

実施例 6 で得られた Dansyl 化しないアシアロ糖鎖ペプチドを用いた以外は実施例 10 と同様にして下記に示すジー 8 -シアロ誘導体の 2, 6 -結合した糖鎖ペプチドを得た。

【0139】

【化 40】



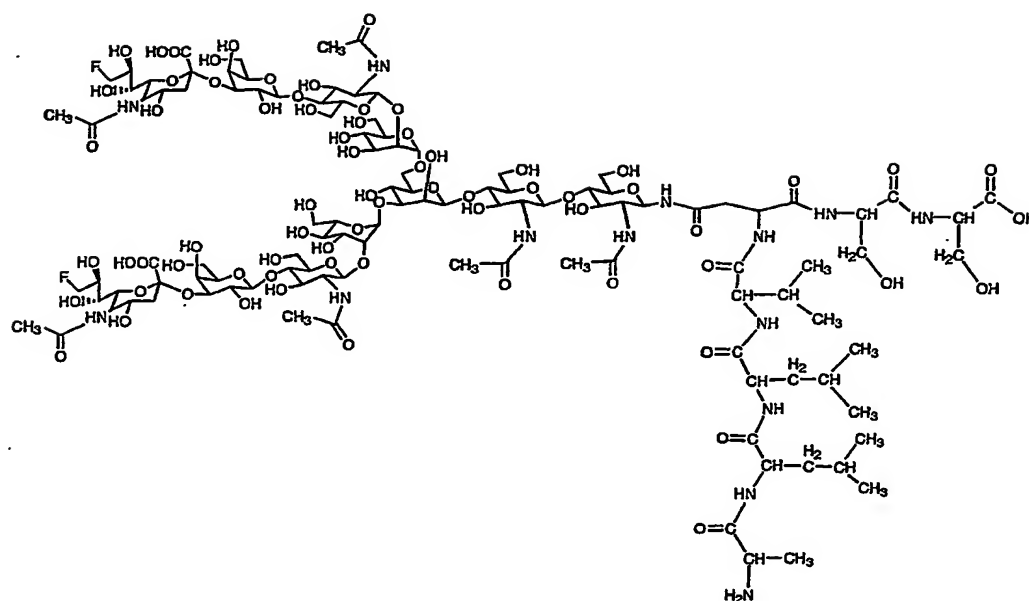
【0140】

実施例 17

実施例 6 で得られた Dansyl 化しないアシアロ糖鎖ペプチドを用いた以外は実施例 11 と同様にして下記に示すジー 9 - アシアロ誘導体の 2, 3 - 結合した糖鎖ペプチドを得た。

【0141】

【化 4 1】



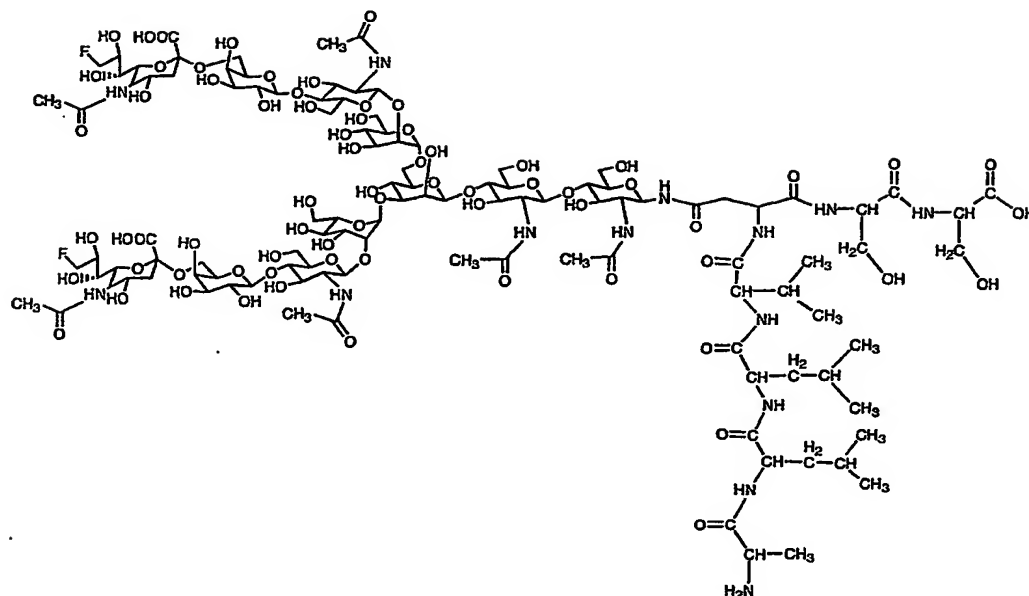
【0142】

実施例 18

実施例 6 で得られた Dansyl 化しないアシアロ糖鎖ペプチドを用いた以外は実施例 12 と同様にして下記に示すジー 9-シアロ誘導体の 2,6-結合した糖鎖ペプチドを得た。

【0143】

【化 4 2】



【0144】

【発明の効果】

本発明によれば、少なくとも1以上の糖鎖アスパラギンまたはムチン結合型糖鎖をペプチド鎖の任意の位置に有する糖ペプチドを人工的に容易に大量に合成可能な糖ペプチドの製造法を提供することができる。

また本発明によれば、シアル酸を有する糖鎖アルパラギンであっても、酸処理によってシアル酸が糖ペプチドから切断されず、容易にシアリル糖ペプチドを得ることができる。

また本発明によれば、糖残基が任意に除去（欠失）された各種の新規な糖鎖アスパラギンの少なくとも1以上をペプチド鎖の任意の位置に有する糖ペプチドを人工的に容易に大量に合成可能である。

また本発明によれば、糖ペプチドにシアル酸転移酵素を用いてシアル酸もしくはその誘導体を導入することにより、シアル酸もしくはその誘導体が導入された糖ペプチドを得ることができる。

【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 少なくとも 1 以上の糖鎖アスパラギンまたはムチン結合型糖鎖をペプチド鎖の任意の位置に有する糖ペプチドを人工的に容易に大量に合成可能な糖ペプチドの製造法、及びその糖ペプチドを提供する。

【解決手段】 (1) 水酸基を有する樹脂(レジン)の水酸基と、脂溶性保護基でアミノ基窒素が保護されたアミノ酸のカルボキシル基をエステル化反応させ、
(2) 上記脂溶性保護基を脱離して遊離アミノ基を形成させ、
(3) この遊離アミノ基と、脂溶性保護基でアミノ基窒素が保護されたアミノ酸のカルボキシル基とアミド化反応させ、
(4) 上記脂溶性保護基を脱離して遊離アミノ基を形成させ、
(5) 上記(3)及び(4)の工程を1回以上繰り返し、
(6) 脂溶性保護基でアミノ基窒素が保護された糖鎖アスパラギンのアスパラギン部分のカルボキシル基とアミド化反応させ、
(7) 上記脂溶性保護基を脱離して遊離アミノ基を形成させ、
(8) この遊離アミノ基と、脂溶性保護基でアミノ基窒素が保護されたアミノ酸のカルボキシル基とアミド化反応させ、
(9) 上記(7)及び(8)の工程を1回以上繰り返し
(10) 上記脂溶性保護基を脱離して遊離アミノ基を形成させ、
(11) 酸で樹脂(レジン)を切断することを特徴とする少なくとも1以上の糖鎖アスパラギンをペプチド鎖の任意の位置に有する糖ペプチドの製造法、及びその糖ペプチド。

【選択図】 なし

特願 2002-349166

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[502244258]

1. 変更年月日

2002年 7月 5日

[変更理由]

新規登録

住 所

神奈川県横浜市都筑区牛久保東2-4-2-205

氏 名

梶原 康宏

特願 2002-349166

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[302060306]

1. 変更年月日

2002年10月15日

[変更理由]

新規登録

住 所

大阪府大阪市中央区大手通3丁目2番27号

氏 名

大塚化学株式会社